



**Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção**

**CONCEPÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE APOIO À
OPERAÇÃO DE SISTEMAS COMPLEXOS:
UMA ABORDAGEM DA ENGENHARIA DO CONHECIMENTO**

TESE DE DOUTORADO

MANUEL SALOMON SALAZAR JARUFE

**FLORIANÓPOLIS – SANTA CATARINA - BRASIL
Dezembro de 1999**

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção

**CONCEPÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE APOIO A
OPERAÇÃO DE SISTEMAS COMPLEXOS:
UMA ABORDAGEM DA ENGENHARIA DO CONHECIMENTO**

MANUEL SALOMON SALAZAR JARUFE

**Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de
DOUTOR EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO e aprovada em sua forma
final pelo programa de Pós-Graduação.**

Ricardo Miranda Barcia Dr.Eng.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Neri dos Santos Dr. Ing.
UFSC - Orientador

Lia Buarque de Macedo Guimarães PhD.
UFRGS – Examinador Externo

Marçal Jackson Dr.
FUNDACENTRO – Examinador Externo

Walter de Abreu Cybis Dr.
UFSC - Examinador

Francisco A. Pereira Fialho Dr.
UFSC - Examinador

Rolf Hermann Erdmann Dr.
UFSC - Moderador

***A minha companheira Gladys.
Ao fruto de nossa união, Manoel.
Aos meus pais Salome e Manuel.***

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Catarina e à sociedade brasileira pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação.

Ao professor Neri dos Santos, pela orientação e estímulo.

Aos professores e colegas do departamento de Engenharia de Produção, pelos conhecimentos adquiridos e a colaboração.

Aos membros da banca examinadora, pelas sugestões e críticas construtivas.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

Aos funcionários do departamento pelos serviços prestados.

Ao pessoal da CELESC pela amizade e o enorme apoio oferecido no desenvolvimento desta pesquisa.

À minha mãe Salome por me incentivar sempre a estudar

À Gladys e Manoelito pela paciência, estímulo e empenho

À Santos de Salazar e Rosa Salazar pelo incentivo moral dado.

À Yovanna e Claudia pelo constante estímulo.

RESUMO

O presente trabalho aborda um assunto atual da chamada “era do conhecimento”, onde são processados e utilizados grandes volumes de informação/conhecimento por meios cada vez mais sofisticados, sendo necessária a ativação de processos cognitivos complexos no desenvolvimento das atividades. Isto provoca uma carga maior de exigência no trabalho e, muitas vezes, diminuição na produtividade e qualidade do mesmo. Estas exigências cognitivas são, até agora, pouco consideradas na concepção e organização de sistemas de informação. Sobretudo, em sistemas técnicos complexos que possuem parâmetros que devem ser mantidos pelo operador dentro de limites que variam segundo as condições e estados dinâmicos do sistema, são necessários processos cognitivos complexos no desenvolvimento das atividades de supervisão e controle/regulação do sistema. Além disso, estes sistemas, geralmente, exigem tomada de decisões precisas em espaços de tempo limitados.

Portanto, é necessária a adaptação do “contexto” do trabalho com a informação às características humanas, principalmente, a nível cognitivo, assim como uma “assistência inteligente” ao trabalhador do conhecimento/informação.

Como resposta aos problemas mencionados, esta pesquisa utilizou técnicas e conhecimentos das áreas de psicologia cognitiva, ergonomia e organização do trabalho dentro de uma abordagem da engenharia do conhecimento. Esta abordagem permitiu conceber um sistema de informação de apoio à operação e tomada de decisões relacionadas com um sistema de transmissão elétrica melhor adaptado às características cognitivas e estruturas de ação humanas, assim como, melhorar a organização do trabalho com a informação. A pesquisa por envolver aplicações práticas baseou-se na realização de um caso-estudo.

Finalmente, baseados nos resultados da pesquisa, foi elaborado um modelo de desenvolvimento de sistemas de informação, na forma de um caderno de recomendações gerais, para situações análogas.

PALAVRAS CHAVES: Sistemas de informação, Ergonomia cognitiva, Engenharia do conhecimento.

ABSTRACT

This research treats a current issue of the "information era" where large volumes of information / knowledge are processed and utilized by means more and more sophisticated, requiring the use of complex cognitive processes in works activities. This situation provokes Increased work requirements and many times a decrease in productivity and quality of the work. These cognitive requirements, at present, these are many times not taken into consideration in the conception and organization of information systems. Above all, complex technical systems that have parameters that need to be maintained, within limits, that very according to the conditions and dynamic states of the systems, require complex cognitive processes in the development of the supervision and control / regulation activity of the system. More than this, these systems, generally, require precise decisions to be made in limited time frames.

Therefore, it is necessary to adapt the context of the work area to the human characteristics of the operator, principally, at the cognitive level. It is also important to provide an "intelligent assistance" to the worker in the knowledge/information area.

In order to respond to the problems cited, this research utilized techniques and knowledge from the areas of cognitive psychology, ergonomics and work organization, in a knowledge management approach. This approach enabled the conception of an information system of support for the operation and decision making factors related to electrical transmission systems adapted to the cognitive characteristics and job related human actions as well as the improvement of the organization of information related work. The research, because it involved practical situations, was based on a case study.

Finally, based in the results of this research, a development model for information systems was made in the form of a handbook of general recommendations for analogous situations.

KEY WORDS: Information systems, Cognitive ergonomics, Knowledge management.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE – INTRODUÇÃO

| | |
|---|----------|
| 1. Introdução..... | 1 |
| 1.1 Introdução ao problema de pesquisa..... | 1 |
| 1.2 Definição do problema de pesquisa..... | 3 |
| 1.3 Campos de conhecimento envolvidos..... | 5 |
| 1.4 Hipóteses..... | 5 |
| 1.4.1 Hipótese central..... | 5 |
| 1.4.2 Hipóteses subjacentes..... | 6 |
| 1.5 Objetivos..... | 6 |
| 1.5.1 Objetivo Geral | 6 |
| 1.5.2 Objetivos específicos..... | 6 |
| 1.6 Limitações do estudo..... | 7 |
| 1.7 Resultados esperados..... | 7 |
| 1.8 Estrutura geral da tese..... | 8 |

SEGUNDA PARTE – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

| | |
|--|-----------|
| 2. A Psicologia Cognitiva e a Ergonomia..... | 10 |
| 2.1 A psicologia cognitiva..... | 10 |
| 2.1.1 Considerações gerais..... | 10 |
| 2.1.2 Atividade Mental..... | 11 |
| 2.1.3 A arquitetura cognitiva. | 12 |
| 2.1.4 O funcionamento cognitivo..... | 12 |
| 2.1.5 Os processos cognitivos no desenvolvimento da atividade..... | 15 |
| 2.1.6 Construção de estruturas cognitivas permanentes: os conhecimentos..... | 16 |
| 2.1.7 Construção de estruturas cognitivas transitórias: as representações..... | 17 |
| 2.1.7.1 Conceitos..... | 17 |
| 2.1.7.2 O papel da representação..... | 19 |
| 2.1.7.3 Variabilidade das representações empregadas no pensamento humano..... | 20 |
| 2.1.7.4 Formas e modelos de representação mental..... | 20 |
| 2.1.8 Produção de inferências (raciocínio)..... | 23 |
| 2.1.9 Elaboração das decisões de ação | 23 |
| 2.1.10 Regulação e controle da atividade..... | 24 |
| 2.1.11 Orientação das funções cognitivas: a noção de procedimento e estratégia. | 25 |
| 2.1.12 A memória..... | 26 |
| 2.1.12.1 Definição..... | 26 |
| 2.1.12.2 Tipos de memória..... | 27 |

| | |
|---|---------------|
| 2.1.13 Aprendizagem..... | 29 |
| 2.1.14 O modelo mental ou conceitual..... | 30 |
| 2.1.15 Modelos formalizados de estruturas de conhecimento: redes semânticas, esquemas, frames, scripts e mapas cognitivos..... | 30 |
| 2.1.16 O papel dos conhecimentos anteriores..... | 36 |
| 2.1.16.1 O princípio da “assimilação-acomodação”..... | 36 |
| 2.1.16.2 Efeitos dos conhecimentos anteriores (Richard, 1990)..... | 37 |
| 2.1.17 A resolução de problemas..... | 38 |
| 2.1.18 Tratamento da informação. | 40 |
| 2.1.19 O fenômeno da experiência e automatismo..... | 41 |
| 2.1.20 Etapas no desenvolvimento da tarefa. | 41 |
| 2.1.21 O estilo cognitivo..... | 42 |
| 2.1.22 A modelagem cognitiva..... | 42 |
| 2.2 Ergonomia..... | 43 |
| 2.2.1 Considerações gerais..... | 43 |
| 2.2.2 Ergonomia cognitiva..... | 47 |
| 2.2.3 As contribuições da ergonomia cognitiva na concepção de sistemas de informação..... | 48 |
| 2.2.4 As situações de supervisão e controle de sistemas complexos e a ergonomia cognitiva..... | 50 |
| 2.2.5 Análise da atividade cognitiva no trabalho: abordagem ergonômica..... | 52 |
| 2.2.5.1 Considerações preliminares..... | 52 |
| 2.2.5.2 Objetivos da análise da atividade cognitiva no trabalho..... | 52 |
| 2.2.5.3 Metodologia da análise da atividade cognitiva no trabalho..... | 53 |
| 2.3 Conclusões em relação ao trabalho de pesquisa..... | 57 |
| 3. A Organização do trabalho e a engenharia do conhecimento..... | 58 |
| 3.1 Evolução das abordagens organizacionais e a influência da psicologia do trabalho..... | 58 |
| 3.2 Abordagens modernas da organização do trabalho..... | 61 |
| 3.2.1 Abordagem sistêmica..... | 61 |
| 3.2.2 Abordagem sociotécnica. | 63 |
| 3.2.3 Abordagem contingencial..... | 65 |
| 3.3 Engenharia do conhecimento: a gestão estratégica do conhecimento..... | 66 |
| 3.3.1 Engenharia do conhecimento: definição e conceitos..... | 66 |
| 3.3.2 O modelo de auto-projeto..... | 68 |
| 3.3.3 Aquisição de conhecimento organizacional..... | 69 |
| 3.3.4 O processo de aprendizado ativo..... | 70 |
| 3.3.5 Diagnóstico..... | 71 |
| 3.3.6 Cultura organizacional e comunicação..... | 71 |
| 3.3.7 Valores..... | 72 |
| 3.3.8 Comunicação e tecnologia da informação nas organizações..... | 72 |
| 3.3.9 O Modelo organizacional..... | 75 |
| 3.3.10 Processo de concepção do modelo organizacional..... | 76 |
| 3.3.11 Elaboração do modelo organizacional | 76 |
| 3.3.12 As relações de poder e liderança..... | 77 |
| 3.4 Conclusões em relação ao trabalho de pesquisa..... | 77 |

| | |
|--|-----------|
| 4. Sistemas de Informação..... | 79 |
| 4.1 Sistemas de informação: conceitos..... | 79 |
| 4.2 Tecnologia da informação e processo de transferência de informação/conhecimento..... | 81 |
| 4.2.1 Considerações preliminares..... | 81 |
| 4.2.2 Transferência de informação/conhecimento e tecnologias da informação..... | 82 |
| 4.2.2.1 Bancos e Bases de dados..... | 82 |
| 4.2.2.2 CD-ROM..... | 83 |
| 4.2.2.3 Hipertexto | 84 |
| 4.2.2.4 Multimídia..... | 86 |
| 4.2.2.5 Rede global de computadores: Internet..... | 87 |
| 4.2.2.6 Redes locais(LAN) e Intranet..... | 89 |
| 4.2.3 Conclusões..... | 91 |
| 4.3 O sistema de informação como ferramenta estratégica..... | 91 |
| 4.4 Tipos de sistemas de informação..... | 92 |
| 4.4.1 Sistemas de informação gerencial..... | 94 |
| 4.4.2 Sistemas de apoio à decisão..... | 95 |
| 4.4.2.1 Conceitos e considerações iniciais..... | 95 |
| 4.4.2.2 Tipos de sistemas de apoio à decisão..... | 97 |
| 4.4.2.3 Abordagem sistêmica do processo decisório..... | 99 |
| 4.4.2.4 Abordagens para o desenvolvimento de Sistemas de Apoio à Decisão..... | 101 |
| 4.4.2.4.1 Abordagens tradicionais..... | 101 |
| 4.4.2.4.2 Abordagens multicritério..... | 102 |
| 4.5 Sistemas de informação e organização..... | 106 |
| 4.5.1 Considerações gerais..... | 106 |
| 4.5.2 O modelo socio-técnico e sistemas de informação..... | 107 |
| 4.6 O processo de desenvolvimento de sistemas de informação..... | 107 |
| 4.6.1 Análise e projeto de sistemas de informação: os aspectos humanos e a organização do trabalho..... | 107 |
| 4.6.2 Metodologias de desenvolvimento de sistemas de informação..... | 111 |
| 4.7 Sistemas especialistas..... | 115 |
| 4.7.1 Conceitos e características..... | 115 |
| 4.7.2 Estrutura básica de um sistema especialista..... | 116 |
| 4.7.3 Raciocínio humano na resolução de problemas..... | 118 |
| 4.7.4 Etapas na construção de sistemas especialistas..... | 119 |
| 4.7.5 Organização e representação do conhecimento..... | 121 |
| 4.7.6 Imprecisão em sistemas especialistas..... | 122 |
| 4.7.7 Quando é possível desenvolver um sistema especialista..... | 123 |
| 4.7.8 Escolha de ferramentas de desenvolvimento..... | 123 |
| 4.8 Conclusões em relação ao trabalho de pesquisa..... | 124 |

TERCEIRA PARTE – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

| | |
|---|------------|
| 5. Procedimentos Metodológicos..... | 126 |
| 5.1 Considerações gerais..... | 126 |
| 5.2 Etapas dos procedimentos metodológicos..... | 126 |
| 5.2.1 Fundamentação teórica..... | 128 |
| 5.2.2 Levantamento das características e funções do sistema técnico..... | 128 |
| 5.2.3 Análise ergonômica da atividade cognitiva no trabalho..... | 128 |
| 5.2.4 Modelagem cognitiva do trabalho..... | 130 |
| 5.2.5 Elaboração do modelo conceitual de sistema de informação e de sua organização do trabalho..... | 131 |
| 5.2.6 Validação do modelo..... | 132 |
| 5.2.7 Caderno de recomendações para concepção e organização de sistemas de informação de apoio a operação de sistemas complexos..... | 133 |
| 5.2.8 Estabelecimento das principais conclusões..... | 133 |

QUARTA PARTE – DESENVOLVIMENTO DO CASO – ESTUDO

| | |
|--|------------|
| 6. Caracterização do sistema técnico..... | 134 |
| 6.1 O sistema elétrico e as Centrais Elétricas de Santa Catarina - CELESC..... | 134 |
| 6.2 O sistema de transmissão elétrica..... | 134 |
| 6.3 Componentes do sistema de transmissão elétrica..... | 135 |
| 6.3.1 Linhas de transmissão e de interligação..... | 135 |
| 6.3.2 Subestações..... | 137 |
| 6.3.3 Sistema de proteção, sinalização e controle..... | 137 |
| 6.4 Centros de Operação do Sistema (COS)..... | 139 |
| 6.4.1 Definição e funções..... | 139 |
| 6.4.2 Sistema automatizado para controle e operação do sistema elétrico: Sistema Digital de Supervisão e Controle - SDSC..... | 139 |
| 6.4.2.1 Considerações gerais..... | 139 |
| 6.4.2.2 Principais funções do SDSC..... | 141 |
| 6.4.2.3 Critérios para supervisão e controle em tempo real..... | 144 |
| 6.4.2.4 Arquitetura física dos centros de operação do sistema..... | 144 |
| 7. Análise da tarefa prescrita | 149 |
| 7.1 Introdução e delimitação da situação de estudo..... | 149 |
| 7.2 Análise da tarefa prescrita..... | 150 |
| 7.2.1 Considerações iniciais..... | 150 |
| 7.2.2 Objetivos e políticas da empresa..... | 150 |
| 7.2.3 Posto de operação do sistema: ambiente físico e recursos humanos..... | 151 |
| 7.2.4 Organização atual do trabalho na área de operação e o Centro de Operação do Sistema (COS)..... | 151 |
| 7.2.5 Organização da operação automatizada na situação futura..... | 156 |
| 7.2.5.1 Considerações gerais..... | 156 |
| 7.2.5.2 Os futuros centros de operação do sistema e de área: levantamento da tarefa futura provável..... | 156 |

| | |
|--|------------|
| 7.2.5.3 Plano de organização da operação automatizada na situação futura provável..... | 158 |
| 7.3 Considerações finais da análise da tarefa..... | 162 |
| 8. Análise da atividade cognitiva e modelagem do trabalho..... | 165 |
| 8.1 Introdução à análise..... | 165 |
| 8.2. Análise e modelagem das atividades em situações imprevistas..... | 169 |
| 8.2.1 Considerações iniciais..... | 169 |
| 8.2.2 Levantamento da tipologia e frequência das ocorrências no sistema de transmissão elétrica..... | 170 |
| 8.2.3 Utilização efetiva das instruções de operação em caso de ocorrência..... | 173 |
| 8.2.4 Principais processos de tratamento da informação e resolução de problemas do operador do sistema..... | 175 |
| 8.2.4.1 Operação de subestações de transmissão..... | 177 |
| 8.2.4.2 Operação de transformadores de potência..... | 191 |
| 8.2.4.3 Operação de linhas de transmissão..... | 198 |
| 8.2.4.4 Atividade de corte de carga..... | 201 |
| 8.2.4.5 Atividade de atendimento às subestações na situação automatizada..... | 206 |
| 8.3 Análise e modelagem das atividades relacionadas com manobras programadas..... | 211 |
| 8.4 Aspectos gerais da análise da operação do sistema elétrico..... | 215 |
| 8.5 Análise das situações de referência..... | 218 |
| 8.5.1 Estrutura funcional da operação das empresas de referência..... | 218 |
| 8.5.2 Operação automatizada nas situações de referência..... | 222 |
| 8.5.3 Conclusões da análise das situações de referência..... | 224 |
| 8.6 Conclusões da análise da atividade cognitiva..... | 224 |
| 9. Modelo conceitual de sistema de informação de apoio à operação do sistema elétrico de transmissão..... | 227 |
| 9.1 Introdução..... | 227 |
| 9.2 Modelo de gestão funcional da área de operação do sistema elétrico..... | 230 |
| 9.2.1 Considerações gerais..... | 230 |
| 9.2.2 Estrutura funcional e administrativa da empresa..... | 231 |
| 9.2.3 Proposta de estrutura funcional da operação do sistema..... | 233 |
| 9.2.4 Estrutura proposta de atendimento às subestações..... | 236 |
| 9.2.5 Atribuições funcionais propostas na área de operação do sistema..... | 238 |
| 9.2.5.1 Chefia da Divisão de Operação do Sistema - DVOS / Setor de apoio gerencial..... | 238 |
| 9.2.5.2 O Centro de Operação do Sistema - COS..... | 239 |
| 9.2.5.3 O Centro de Operação de Área - COA | 242 |
| 9.3 Modelo conceitual de sistema de informação..... | 245 |
| 9.3.1 Considerações gerais..... | 245 |
| 9.3.2 Objetivos e requisitos do sistema de informação..... | 246 |
| 9.3.2.1 Objetivo geral do sistema de informação..... | 246 |
| 9.3.2.2 Objetivos específicos do sistema de informação | 246 |

| | |
|--|-----|
| 9.3.2.3 Requisitos do sistema de informação de apoio à operação..... | 247 |
| 9.3.3 Estrutura funcional do sistema de informação..... | 249 |
| 9.3.3.1 Decomposição do sistema em subsistemas ou módulos..... | 249 |
| 9.3.3.2 Estrutura do sistema de informação proposto no contexto da situação automatizada..... | 252 |
| 9.3.3.3 Funcionamento do sistema de informação proposto..... | 252 |
| 9.3.3.4 Estrutura de comunicações para operação do sistema elétrico de transmissão..... | 254 |
| 9.3.4 Características dos dados: padronização e propósito..... | 256 |
| 9.3.5 Descrição dos módulos do sistema de informação de apoio à operação..... | 258 |
| 9.3.5.1 Módulo principal do sistema..... | 258 |
| 9.3.5.2 Módulo de instruções de operação..... | 258 |
| 9.3.5.3 Módulo de apoio à função de programação de manobras..... | 263 |
| 9.3.5.4 Módulo com diagramas unifilares..... | 284 |
| 9.3.5.5 Módulo de corte de carga..... | 285 |
| 9.3.5.6 Módulo de estudo de operação..... | 286 |
| 9.3.5.7 Módulo de simulação..... | 290 |
| 9.3.5.8 Outros módulos do sistema..... | 291 |
| 9.4 Validação do modelo conceitual..... | 292 |
| 9.4.1 Considerações gerais..... | 292 |
| 9.4.2 Processo de validação..... | 293 |
| 9.4.2.1 Participantes..... | 293 |
| 9.4.2.2 Análise e debates..... | 293 |
| 9.4.2.3 Desenvolvimento e avaliação de um protótipo demonstrativo..... | 294 |
| 9.4.2.4 Conclusões do processo de validação do modelo conceitual..... | 304 |
| 9.5 Considerações finais..... | 305 |

QUINTA PARTE – RESULTADOS E CONCLUSÕES

| | |
|---|------------|
| 10. Caderno de recomendações para concepção de sistemas de informação de apoio à operação de sistemas complexos..... | 308 |
| 10.1 Introdução..... | 308 |
| 10.2 Portabilidade do modelo conceitual..... | 308 |
| 10.3 Primeira fase: definição do sistema de informação..... | 309 |
| 10.4 Análise da tarefa do posto de trabalho objeto do estudo..... | 310 |
| 10.5 Análise da atividade cognitiva e modelagem do trabalho..... | 310 |
| 10.6 Concepção do sistema de informação: o modelo conceitual..... | 315 |
| 10.7 Validação e retroalimentação dos modelos conceituais..... | 318 |
| 11. Conclusões..... | 320 |
| 11.1 Quanto aos objetivos e hipóteses definidos..... | 320 |
| 11.2 Quanto ao caráter científico da tese..... | 320 |
| 11.3 Quanto à concepção de sistemas de informação de apoio à operação de sistemas complexos..... | 322 |
| 11.4 Quanto ao desenvolvimento do trabalho..... | 323 |
| 11.5 Quanto às perspectivas de continuidade..... | 324 |

| | |
|--|------------|
| 12. Referencias Bibliográficas..... | 325 |
|--|------------|

| | |
|------------------------|------------|
| 13. Anexos..... | 335 |
|------------------------|------------|

Anexo 2.1 -- Exemplo de resolução humana de problemas.

Anexo 6.1 – Levantamento das proteções mais utilizadas no sistema elétrico da CELESC.

Anexo 6.2 – Pontos de medição para o sistema de telecomando, telesinalização e telemedição.

Anexo 7.1 – Instruções utilizadas na operação do sistema elétrico da CELESC.

Anexo 8.1 – Ocorrências imprevistas: caracterização, frequência e atuação de proteções.

Anexo 8.2 -- Diagramas dos processos / procedimentos da atividade de programação de manobras.

Anexo 9.1 – Organograma da administração central.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 2.1 - Esquema da arquitetura do processo cognitivo. (Richard, 1990)..... | 13 |
| Figura 2.2 - Exemplo de rede semântica..... | 31 |
| Figura 2.3 - Exemplo de frame sobre “configuração de microcomputadores..... | 33 |
| Figura 2.4 - Mapa cognitivo identificando idéias relacionadas com estabilidade financeira (Corrêa, 1996)..... | 36 |
| Figura 2.5 - “Princípio de assimilação - acomodação” (baseado em Piaget, 1974)..... | 37 |
| Figura 2.6 - Os processos cognitivos na resolução de problemas. (baseado em Rasmussen, 1980)..... | 39 |
| Figura 3.1 - Abordagem sistêmica e ambiente | 62 |
| Figura 5.1 - Estrutura de desenvolvimento da tese..... | 127 |
| Figura 6.1 - Sistema de transmissão de energia elétrica do Estado de Santa Catarina..... | 136 |
| Figura 6.2 - Diagrama da subestação Coqueiros..... | 138 |
| Figura 6.3 - Estrutura funcional de um Centro de Operação do Sistema -COS convencional ou “manual”..... | 140 |
| Figura 6.4 - Estrutura funcional de um Centro de Operação do Sistema - COS automatizado..... | 142 |
| Figura 6.5 - Arquitetura do Centro de Operação do Sistema - COS da CELESC..... | 145 |
| Figura 7.1 - Organização da operação do sistema na CELESC..... | 152 |
| Figura 7.2 - Áreas de operação do sistema..... | 158 |
| Figura 7.3 - Nova estrutura de atendimento às subestações..... | 161 |
| Figura 8.1 - Ciclo de desenvolvimento da atividade na visão cognitiva (adaptado de Richard, 1990)..... | 166 |
| Figura 8.2 - Procedimentos de análise da atividade cognitiva e modelagem do trabalho..... | 167 |
| Figura 8.3 - Frequência do tipo de ocorrência | 171 |
| Figura 8.4 - Distribuição das causas de ocorrência..... | 171 |
| Figura 8.5 - Frequência de atuação de proteções por tipo de proteção..... | 172 |
| Figura 8.6 - Legenda dos fluxogramas de processo..... | 176 |
| Figura 8.7 - Modelo genérico da atividade real de operação de subestações..... | 178 |
| Figura 8.8 - Mapa cognitivo: recomposição de subestações e linhas de transmissão..... | 182 |
| Figura 8.9 - Diagrama unifilar da subestação Coqueiros..... | 186 |
| Figura 8.10 - Modelagem do processo de recomposição/regulação de subestações: caso da subestação Coqueiros..... | 187 |
| Figura 8.11 - Desligamento parcial na subestação Coqueiros (A)..... | 188 |
| Figura 8.12 - Desligamento parcial na subestação Coqueiros (B)..... | 189 |
| Figura 8.13 - Desligamento parcial na subestação Coqueiros (C)..... | 190 |
| Figura 8.14 - Mapa cognitivo: recomposição/regulação de transformadores..... | 192 |
| Figura 8.15 - Modelagem de ocorrência com transformadores na subestação Trindade..... | 193 |
| Figura 8.16 - Diagrama unifilar da subestação Trindade..... | 194 |

| | |
|--|-----|
| Figura 8.17 - Processo operativo quando da atuação da proteção dos transformadores – CELESC..... | 196 |
| Figura 8.18 - Processo operativo quando da sinalização da proteção dos transformadores – CELESC..... | 197 |
| Figura 8.19 - Processo decisório de remanejamento de carga de transformadores..... | 199 |
| Figura 8.20 - Processo de remanejamento de carga para linhas de transmissão..... | 200 |
| Figura 8.21 - Modelagem do processo de corte de carga..... | 204 |
| Figura 8.22 - Processo de atendimento às subestações..... | 209 |
| Figura 8.23 - Mapa cognitivo: programação de manobras..... | 214 |
| Figura 8.24 - Estrutura funcional da operação do sistema elétrico - CPFL..... | 219 |
| Figura 8.25 - Estrutura organizacional / funcional da operação do sistema de transmissão elétrica da CEEE..... | 221 |
| Figura 9.1 - Informação: sustentação da operação do sistema elétrico..... | 228 |
| Figura 9.2 - Estrutura funcional proposta para a Divisão de Operação do Sistema - DVOS..... | 234 |
| Figura 9.3 - Estrutura proposta de atendimento às subestações..... | 237 |
| Figura 9.4 - Diagrama da estrutura de operação do sistema..... | 250 |
| Figura 9.5 - O sistema de informação dentro da estrutura de trabalho na situação automatizada..... | 253 |
| Figura 9.6 - Sistema de informação em uma estrutura hiper-diagrama: "Hipergrama" | 255 |
| Figura 9.7 - Estrutura de comunicações para operação do sistema elétrico..... | 256 |
| Figura 9.8 - Dicionário de dados..... | 257 |
| Figura 9.9 - Processo de recomposição da subestação Ilha Sul na situação automatizada..... | 259 |
| Figura 9.10 - Recomposição da subestação Ilha Sul (automatizada): desligamento parcial..... | 260 |
| Figura 9.11 - Recomposição da subestação Ilha Sul (automatizada): desligamento parcial..... | 261 |
| Figura 9.12 - Estrutura do tratamento de informações da atividade de programação de manobras..... | 265 |
| Figura 9.13 - Processo: Programa de desligamento - PD no âmbito da CELESC..... | 267 |
| Figura 9.14 - Diagrama de comunicações para programas de desligamento em serviços da distribuição em alimentadores..... | 268 |
| Figura 9.15 - Diagrama de comunicações para programas de desligamento em serviços da distribuição em alimentadores..... | 268 |
| Figura 9.16 - Diagrama de comunicações para programa de desligamento no âmbito da CELESC..... | 269 |
| Figura 9.17 - Diagrama de comunicações: Programa de desligamento para serviços da manutenção na transmissão que desliguem alimentadores..... | 270 |
| Figura 9.18 – Processo: Programa de desligamento - PD nas interligações para serviços da CELESC..... | 271 |
| Figura 9.19 – Diagrama de comunicações: Programas de desligamento nas interligações para serviços da CELESC..... | 272 |
| Figura 9.20 - Diagrama de comunicações: Programa de desligamento nas interligações para serviços da ELETROSUL | 273 |
| Figura 9.21 - Diagrama de comunicações: Programa de execução | |

de serviço especial (PESE) no âmbito da CELESC - Caso 1. Situação atual..... 274

| | |
|---|----------------|
| Figura 9.22 - Diagrama de comunicações: PESE no âmbito da CELESC | |
| - Caso 1 (desligamento sem corte de carga). Situação automatizada..... | 275 |
| Figura 9.23 - Diagrama de comunicações: PESE no âmbito da CELESC | |
| - Caso 2(PESE informativo sem desligamento). Situação atual..... | 276 |
| Figura 9.24 - Diagrama de comunicações: PESE no âmbito da CELESC | |
| - Caso 2 (PESE informativo sem desligamento). Situação automatizada..... | 277 |
| Figura 9.25 - Diagrama de comunicações: PESE no âmbito da CELESC | |
| - Caso 3 (PESE para serviços em linha viva). Situação atual..... | 278 |
| Figura 9.26 - Diagrama de comunicações: PESE no âmbito da CELESC | |
| - Caso 3 (PESE para serviços em linha viva). Situação automatizada..... | 279 |
| Figura 9.27 - Diagrama de comunicações: PESE nas interligações | |
| para serviços da CELESC. Situação atual..... | 280 |
| Figura 9.28 - Diagrama de comunicações: PESE nas interligações | |
| para serviços da CELESC. Situação automatizada..... | 281 |
| Figura 9.29 - Diagrama de comunicações: PESE nas interligações | |
| para serviços da ELETROSUL. Situação atual..... | 282 |
| Figura 9.30 - Diagrama de comunicações: PESE nas interligações | |
| para serviços da ELETROSUL.. Situação automatizada..... | 283 |
| Figura 9.31(a), (b) e (c) - Interface de acesso ao módulo de | |
| "Estudo de Operação" | 287, 288 e 289 |
| Figura 9.32 - Janela principal do protótipo SÃO..... | 295 |
| Figura 9.33 - Subestações na área de abrangência do COA Sudeste..... | 297 |
| Figura 9.34 - Subestações na área de abrangência do COA Norte..... | 297 |
| Figura 9.35 - Subestações na área de abrangência do COA Oeste..... | 298 |
| Figura 9.36 - "Menu" de entrada ao processo de recomposição da | |
| SE Ilha Sul..... | 298 |
| Figura 9.37 - "Hipergrama" principal do processo de recomposição da | |
| SE Ilha Sul..... | 299 |
| Figura 9.38 - Janela principal do módulo de simulação de procedimentos..... | 301 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 4.1 - Variáveis do processo de desenvolvimento e implementação de Sistemas de Informação. (Albertin, 1996)..... | 111 |
| Quadro 4.2 - Características do homem vs. características dos sistemas especialistas. (Waterman, 1985)..... | 116 |
| Quadro 4.3 - Exemplo de "frame" | 121 |

ÍNDICE DE TERMOS MAIS IMPORTANTES

| Termo | pag. |
|---|-------------|
| Atividade cognitivo/ Processo cognitivo | 3 e 15 |
| Engenharia do conhecimento | 66 |
| Estrutura/ Modelo funcional | 245 |
| Modelo conceitual | 113 e 130 |
| Modelo organizacional | 75 |
| Sistema complexo | 4 |
| Sistema de informação | 79 |
| Tarefa prescrita | 149 |

PRIMEIRA PARTE – INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO.

Neste primeiro capítulo é apresentada uma visão geral da tese. Em primeiro lugar é introduzido e definido o problema da pesquisa. Depois, são mencionados os campos de conhecimento envolvidos. A seguir são estabelecidas as hipóteses, os objetivos e as limitações do estudo. Finalmente, explica-se a estrutura do trabalho de tese em relação ao conteúdo dos seus capítulos.

1.1 Introdução ao problema de pesquisa.

A tecnologia da informação tem tido, nos últimos anos, um avanço considerável, com o surgimento de processadores de grande capacidade e velocidade, sistemas especialistas para modelagem e simulação de eventos, sistemas computacionais distribuídos, processamento paralelo aliados à disponibilidade de poderosas memórias virtuais, assim como a real possibilidade de interconexão. Em vista disto e como consequência desta revolução tecnológica que aumenta a complexidade do trabalho, torna-se indispensável na área da gestão empresarial uma reformulação de paradigmas, principalmente na filosofia e organização do trabalho, bem como na definição de critérios de projeto para os sistemas de informações e de controle. O conhecimento e o funcionamento cognitivo do homem são fatores de significativa importância nesta nova realidade de trabalho.

Whinston e Holsapple (1987) falam em organizações baseadas em conhecimento, onde "o trabalho com bens físicos se tornará um aspecto secundário da missão organizacional". Neste contexto, as pessoas envolvidas nos sistemas de processamento da informação se tornarão trabalhadores do conhecimento, em vários níveis. Os autores definem estes trabalhadores como "aqueles envolvidos com a busca, armazenagem, organização, manutenção, análise, apresentação, distribuição e aplicação do conhecimento, visando atingir as metas da organização" .

Segundo Cross e Bawden (1987), o trabalhador do conhecimento, também realiza tarefas capazes de gerar patologias, em decorrência do elevado conteúdo mental da tarefa, pela multiplicação exponencial do uso de sistemas de computação, sua monotonia, volume elevado de informações, etc., sendo necessários processos cognitivos complexos no desenvolvimento da atividade, principalmente no controle e regulação do sistema.

O trabalho com a informação requer, portanto, conhecimentos multidisciplinares, baseados na informática, nos sistemas de apoio a decisão, nos sistemas especialistas, nas teorias e modelos organizacionais, na ergonomia, na psicologia cognitiva, na sociologia das organizações, etc. Swanson (1970), ressalta esta multidisciplinariedade e afirma que "embora a adequação física de equipamentos, arquivos e processamento técnico seja exaustivamente examinada, a condição operacional referente à cognição humana é muitas vezes esquecida".

Neste sentido, a tecnologia da informação não teve os resultados esperados no que diz respeito à produtividade segundo pesquisa realizada nas empresas americanas entre 1985 e 1988. Assim, Roach, S. (1988) argumenta que aumentos maciços nos gastos com sistemas de informação produziram ganhos insuficientes na produtividade.

Em particular, investimentos em sistemas de informação de apoio a decisão, muitas vezes, não produzem os resultados esperados devido à falta de adaptação destes sistemas às características dos usuários, principalmente ao nível cognitivo. Segundo Dutton (1986), os problemas relacionados com fatores humanos, geralmente, mais do que com os tecnológicos, acompanharão a introdução de sistemas de informação. Estes problemas humanos do trabalho que só se verificavam em linhas de montagem são trazidos para o ambiente dos escritórios.

De fato, o funcionamento de sistemas de informação pode ser dificultado pela exigência de detecção, interpretação e tratamento de um grande volume de informações, muitas delas desnecessárias, geralmente apresentadas ao trabalhador em forma codificada e confusa, aumentando a sua carga cognitiva de trabalho.

Outras dificuldades na utilização da tecnologia da informação podem suceder quando a lógica de funcionamento do sistema concebido pelo projetista, difere significativamente da lógica do usuário dessa tecnologia, ou, pelos problemas de organização, principalmente quando as estruturas de ação dos trabalhadores (processos cognitivos, técnicas, estratégias, métodos) diferem significativamente das utilizadas quando da implantação do sistema de informação.

Com relação à organização, Bio, S. (1996), coloca que a implantação de sistemas de informação provoca mudanças organizacionais significativas. Por sua vez, segundo o mesmo autor, as características e problemas organizacionais influem decisivamente no desenvolvimento e desempenho do sistema de informação. Portanto, é necessário considerar, também, os aspectos organizacionais e realizar uma adequada reorganização para conseguir o sucesso do sistema de informação.

Nas organizações modernas a informação/conhecimento é reconhecida como um novo fator de produção ao lado dos tradicionais capital, matéria prima e trabalho. Segundo Ligomenides (1989), o processamento de informação se torna tão indispensável às organizações quanto o fluxo de material e capital. Assim, gerenciar a informação e seu processamento passa a ser uma questão de sobrevivência para a organização, sendo preponderantes os fatores humanos, principalmente em relação ao conhecimento e processos cognitivos necessários para o desenvolvimento das atividades de trabalho. Disciplinas como ergonomia, engenharia do conhecimento e psicologia cognitiva podem contribuir em muito para enriquecer o conhecimento em relação ao usuário e suas atividades, principalmente, em nível mental.

Por outro lado, a utilização combinada dos recursos da tecnologia da informação, podem permitir a aproximação da tecnologia ao homem, pois ativam os seus diferentes canais de percepção. O problema é saber quando e como utilizar estes recursos da informática na melhoria do desempenho e das condições de trabalho.

1.2 Definição do problema de pesquisa.

O tema central da presente pesquisa são os sistemas de informação, principalmente para apoiar a operação de sistemas complexos, constituídos pela própria informação, o capital humano, a tecnologia e a organização do trabalho correspondente. Estes fatores são considerados como componentes do sistema de informação, neste estudo, por serem interatuantes e correlacionados.

Segundo Albertin, A. (1996), a implementação de um sistema de informação significa uma mudança, muitas vezes profunda, no ambiente de trabalho e sua organização. Estas mudanças podem causar sérios problemas, principalmente quando são introduzidos sistemas e tecnologias da informação sem um estudo aprofundado e o planejamento adequado. Albertin, A. (1996), enfatiza que é necessário um projeto correto das tarefas e dos sistemas, considerando, principalmente, as características próprias de cada situação e o fator humano como sendo o mais transcendente.

Thiollent (1992), alerta que os problemas de produtividade em matéria de informação/conhecimento, não serão resolvidos apenas pelo uso maciço de computadores. É necessário, segundo o mesmo autor, a consideração dos processos mentais juntamente com o emprego da tecnologia. Assim, no desenvolvimento e implantação de sistemas de informação, muitas vezes, não são consideradas as características dos usuários, principalmente em nível dos processos cognitivos empregados no desenvolvimento da atividade, provocando uma carga maior de

exigência no trabalho e, conseqüentemente, diminuição na produtividade e qualidade do mesmo. Os processos cognitivos estão ligados à realização das tarefas, isto é, são as atividades mentais ativadas para resolver os problemas decorrentes das exigências da atividade.

Neste sentido, a psicologia cognitiva, a ergonomia e a organização do trabalho, em uma abordagem da engenharia do conhecimento, podem ter uma participação importante na concepção de um sistema de informação adaptado às características e estruturas de ação humanas, principalmente a nível cognitivo, assim como, na melhoria da organização do trabalho.

Assim, o presente estudo está orientado a servir de subsidio à concepção de um modelo conceitual de sistema de informação de apoio à operação e à tomada de decisões relacionadas com a atividade de supervisão e controle de sistemas técnicos. Segundo Jarufe (1994), um sistema técnico complexo, possui parâmetros que devem ser mantidos pelo operador dentro de limites que variam segundo as condições e estados dinâmicos deste sistema, sendo necessários processos cognitivos complexos no desenvolvimento da atividade de controle e regulação do sistema. Além disso, estes sistemas, geralmente, exigem tomada de decisões precisas em espaços de tempo limitados. Portanto, um sistema técnico é um campo de ação importante para a realização da presente pesquisa.

Cabe esclarecer a diferença, segundo Bio (1996), entre sistemas de informação operacional ou transacional e sistemas de apoio à decisão ou de gestão. Nos sistemas de informação operacional, a tomada de decisão é rotineira e repetitiva e requer portanto informação fácil de identificar e verificar. Entretanto, temos situações que exigem tomada de decisão de alto nível onde são necessários conhecimentos especializados, diagnósticos, avaliações, inferências, informações ordenadas e corretamente apresentadas. Para apoiar este tipo de tomada de decisão de alto nível foram introduzidos sistemas que cumprem com estes requisitos e que foram denominados de sistemas de apoio à decisão. A presente pesquisa está orientada, principalmente, ao estudo deste último tipo de sistema de informação .

Especificamente, com relação ao campo de observação da pesquisa, será considerado:

- no que diz respeito à População, o pessoal diretamente envolvido com a utilização do sistema de informação, principalmente, aqueles que precisam tomar decisões ou formular diagnósticos durante o desenvolvimento da atividade;

- com relação à situação de estudo, são adequados os postos de trabalho que manipulem um volume significativo de informações, principalmente,

para apoiar processos de tomada de decisão de alto nível para supervisão e controle de sistemas técnicos de produção. O pessoal será observado no próprio local de trabalho;

- enfim, em relação às circunstâncias da análise, o pessoal será observado durante a jornada de trabalho e nos diversos turnos, em interação com o sistema de informação, especialmente quando encontre dificuldades para realizar o seu trabalho e em caso de ocorrências ou anormalidade no sistema técnico.

Concluindo, podemos enunciar o problema de pesquisa da seguinte forma:

“ Como conceber sistemas de informação ergonomicamente coerentes com os processos cognitivos do homem no desenvolvimento de suas atividades, visando aumentar a produtividade e a qualidade do trabalho? ”

1.3 Campos de conhecimento envolvidos.

O presente tema de pesquisa aborda as seguintes áreas de atuação: sistemas de informação, psicologia cognitiva, ergonomia, e organização do trabalho, seguindo uma abordagem da engenharia do conhecimento. Dentro destas áreas destacam-se métodos e técnicas como: análise ergonômica do trabalho em termos dos processos cognitivos e da informação, auto mudança da organização do trabalho, análise e desenvolvimento de sistemas de informação, modelagem do conhecimento e dos processos de tratamento da informação na resolução de problemas, simulação cognitiva, inteligência artificial, entre outros. A revisão de literatura e a discussão dos assuntos relacionados com estes campos de conhecimento são apresentados nos capítulos 2,3 e 4.

1.4 Hipóteses.

A partir da definição do problema e da revisão de literatura das áreas de conhecimento envolvidas podemos formular as seguintes hipóteses:

1.4.1 Hipótese central.

- *“A análise ergonômica da atividade cognitiva permite conceber e organizar sistemas de informação melhor adaptados às características cognitivas do*

homem e, portanto, contribuem na eficácia e qualidade do sistema de informação”.

1.4.2 Hipóteses Subjacentes.

- A análise ergonômica dos processos cognitivos durante o desenvolvimento da atividade, representa uma contribuição importante para a definição de critérios e requisitos na concepção de sistemas de informação e definição da organização do trabalho.

- A modelagem cognitiva, permite pré-determinar, de uma maneira causal, o comportamento dos indivíduos e inferir a atividade futura provável em uma situação de trabalho real, em função das seguintes características: objetivos da atividade, estado e condicionantes do sistema, nível de experiência, conhecimento operativo e teórico, representação do sistema e do processo. Neste sentido, a modelagem cognitiva é, também, uma ferramenta importante na concepção e implantação de sistemas de informação.

- A análise dos processos cognitivos do indivíduo e das características e exigências do trabalho com a informação, permitem determinar que informações, em que ordem e em que seqüência deverão ser mostradas pelo computador.

1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo Geral.

♦ *Contribuir na concepção de sistemas de informação de apoio à operação de sistemas complexos eficazes e adaptados ao funcionamento cognitivo do homem.*

1.5.2 Objetivos específicos.

- ♦ Realizar uma análise ergonômica cognitiva do trabalho na situação objeto do estudo.

- ◆ Elaborar um modelo cognitivo do trabalho que permita pré - determinar o comportamento do indivíduo e inferir a atividade futura provável em função de mudanças propostas e planejadas.

- ◆ Desenvolver um modelo conceitual de sistema de informação para o caso-estudo.

- ◆ Validar o modelo conceitual desenvolvido com relação à adaptação ao funcionamento cognitivo do homem e desempenho do sistema de informação

- ◆ Elaborar um modelo de desenvolvimento para a concepção e organização de sistemas de informação de apoio à operação de sistemas complexos, na forma de um “caderno de recomendações tecnicamente estruturado”.

1.6 Limitações do estudo.

A primeira limitação está relacionada com a complexidade e dificuldades envolvidas na concepção e organização de sistemas de informação. Neste sentido, o estudo se limitará a desenvolver e avaliar modelos conceituais e lógicos da concepção e organização de um sistema de informação voltado, principalmente, para tarefas de supervisão e controle. Portanto, o estudo proposto **não** analisará os aspectos relacionados com o projeto detalhado do sistema, como especificações de *hardware* e características detalhadas relacionadas com a interface software - usuário (formato e estruturação de menus, ícones, botões, barras de ferramentas, etc.).

Com relação às hipóteses formuladas neste estudo, são testadas com base em estudos de caso e debates com especialistas.

Por outro lado, desconsidera-se na pesquisa a adequação física do homem às condições de trabalho, por não estar dentro dos objetivos do estudo.

Com relação ao campo de conhecimento da psicologia, só serão considerados os aspectos psicológicos relacionados com a cognição humana no desenvolvimento da atividade, isto é, não serão considerados os aspectos psíquicos de natureza afetiva ou de personalidade.

1.7 Resultados esperados.

O trabalho espera alcançar os seguintes resultados:

- demonstrar que a consideração dos aspectos cognitivos, dentro de uma abordagem da engenharia do conhecimento, contribui no processo de desenvolvimento de sistemas de informação eficazes e na adaptação do trabalho ao homem;
- elaborar um caderno de recomendações para apoiar a concepção e organização de sistemas de informação eficientes e adaptados à atividade e limitações cognitivas do homem, aplicado no apoio à tomada de decisões para o gerenciamento, controle e operação de sistemas técnicos;
- colaborar com a CELESC, por meio da elaboração de modelos dos processos, na implantação de sistemas de informação para melhorar a operação do sistema elétrico;
- divulgar e ampliar o conhecimento científico no que diz respeito à aplicação, dentro de uma abordagem interdisciplinar, da ergonomia, psicologia cognitiva e organização do trabalho no desenvolvimento de sistemas de informação;
- demonstrar e/ou confirmar a importância da modelagem cognitiva como ferramenta de apoio à concepção de sistemas de informação; permitindo pré – determinar o comportamento do trabalhador; inferir a atividade futura provável em função de mudanças propostas e planejadas e, contribuir na otimização do processo de treinamento do pessoal.

1.8 Estrutura geral da tese.

No primeiro capítulo é apresentada a introdução do estudo.

No segundo, terceiro e quarto capítulos é apresentada a revisão bibliográfica dos temas relacionados com a pesquisa: psicologia cognitiva e ergonomia; organização do trabalho e a engenharia do conhecimento e sistemas de informação.

No quinto capítulo é explicada a sequência e os procedimentos metodológicos do desenvolvimento do estudo.

No sexto capítulo é caracterizado o sistema técnico objeto do estudo: O Centro de Operação do Sistema de transmissão elétrica da CELESC.

No sétimo capítulo é descrita a análise ergonômica da tarefa e condições de trabalho.

No oitavo capítulo é descrita a análise da atividade cognitiva no Centro de Operação do Sistema da CELESC. Apresenta-se, também, a modelagem cognitiva das atividades desenvolvidas.

No capítulo nono é apresentado o modelo conceitual de sistema de informação e organização do trabalho para supervisão e controle do sistema de transmissão elétrica da CELESC

No capítulo décimo é elaborado um caderno de recomendações para *concepção e organização de sistemas de informação para apoio à produção*, melhor adaptados, principalmente, à atividade cognitiva dos trabalhadores

E, finalmente, no capítulo décimo primeiro, são enunciadas as conclusões do trabalho.

SEGUNDA PARTE – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2. A PSICOLOGIA COGNITIVA E A ERGONOMIA

Neste capítulo são examinados os aspectos fundamentais da psicologia cognitiva e da ergonomia relacionados com a atividade de trabalho, principalmente a nível da gestão de informação/conhecimento. Em primeiro lugar, são apresentadas as teorias e conceitos fundamentais que tentam explicar os diversos fenômenos da cognição humana. Discute-se, também, as teorias e conceitos apresentados, em relação às atividades de trabalho. Da mesma forma, são feitas algumas considerações gerais sobre: a modelagem dos processos cognitivos no desenvolvimento da atividade; a ergonomia cognitiva e sua aplicação, principalmente, a nível de sistemas de informação e, finalmente, são abordados os principais aspectos da análise da atividade cognitiva no trabalho dentro de uma abordagem ergonômica.

2.1 A psicologia cognitiva.

2.1.1 Considerações gerais.

Não se pretende dar uma definição muito rigorosa do que é "mental" e do que é "cognitivo". Richard (1990), caracteriza as atividades mentais com relação às atividades cognitivas. As atividades cognitivas são parte das atividades mentais, situam-se além do tratamento de informações sensoriais, de origens ambiental ou lingüística, e precedem a programação motriz, ou seja, a execução e o controle dos movimentos. Pode-se dizer, também, que as atividades cognitivas estão ligadas à realização de tarefas. Neste sentido, são orientadas por objetivos e se baseiam em uma representação da situação.

Segundo Sperandio (1989), a psicologia cognitiva, é a parte da psicologia que se interessa, principalmente, pela maneira como o homem resolve problemas. O desenvolvimento da psicologia no campo dos processos intelectuais, contribuiu consideravelmente no desenvolvimento das pesquisas em psicologia cognitiva e de suas bases metodológicas e teóricas, bases nas quais se apoia a análise ergonômica da atividade cognitiva.

A psicologia cognitiva, de acordo com Cognitive Psychology News (1997), está relacionada com o estudo da percepção, memória, resolução de problemas, raciocínio e processamento da linguagem.

2.1.2 Atividade mental.

Consideramos, de acordo com Vergara apud Richard (1995) que há três classes de atividades mentais: *compreender, raciocinar e avaliar*. Os diferentes processos, que fazem parte destas três classes, constituem as funções cognitivas. A ativação e uso dessas funções no desenvolvimento de uma atividade é o que chamamos de funcionamento cognitivo, que pode ser designado, também, como atividade ou processo cognitivo. O estudo das funções cognitivas e de seu funcionamento é campo de estudo da psicologia cognitiva. As informações que acionam estas atividades e funções resultam dos tratamentos sensoriais, da identificação dos objetos e de sua posição, dos movimentos, das mudanças e de sua sucessão, da identificação dos elementos léxicos e sintáticos.

As atividades mentais desenvolvidas são de duas espécies: aquelas de resultado comportamental direto, que são as decisões de ação e a programação dos gestos e dos movimentos; e aquelas que não têm resultados externos, que são as que permanecem internas ao sistema cognitivo, o qual se enriquece sob forma de informações memorizadas.

As atividades mentais podem ser caracterizadas pela natureza dos processos de tratamento que as constituem. Cohen (1986) distingue tratamentos modulares e não modulares. Os tratamentos modulares são tratamentos especializados que têm acesso somente a uma parte da informação disponível no sistema ou situação de trabalho. São, desse modo, autônomos e impermeáveis ao que se passa em outras partes do sistema. No entanto, os tratamentos não modulares integram informações de natureza muito diversa: informações sobre a situação, conhecimentos declarativos e procedurais, informações sobre a tarefa, etc. Elas são, de fato, muito sensíveis aos efeitos do contexto, não só ao contexto perceptivo e lingüístico, mas também ao contexto semântico e, igualmente, ao contexto da situação e da tarefa. Os efeitos do contexto são, ainda, os reveladores privilegiados dos mecanismos em jogo.

A princípio, pensou-se que as atividades mentais poderiam ser percebidas através de uma forma particular de observação, a observação interior ou introspeção. A corrente Behaviorista finalmente impôs a idéia de que os únicos métodos de observação com valor científico são os que se referem aos

comportamentos, o que é aceitável desde que se considere a atividade verbal como um comportamento.

Portanto, segundo Richard (1990), as atividades mentais podem ser inferidas a partir dos comportamentos e verbalizações, e podem ser simuladas pelos modelos de tratamento da informação. Elas têm, então, características que lhes permitem ser testadas empiricamente, como o conteúdo de toda teoria científica.

2.1.3 A arquitetura cognitiva.

A arquitetura cognitiva, para Richard (1990), é a descrição dos diferentes elementos que constituem o sistema cognitivo e de suas relações. Trata-se de uma arquitetura funcional na medida em que, não conhecemos as estruturas neuro-anatômicas que correspondem a estes elementos. A arquitetura funcional é uma descrição estática das diferentes funções do sistema cognitivo (construção das representações, regulação, elaboração de decisões, etc.), com o único fim de servir de base a uma descrição do funcionamento cognitivo. Neste sentido, o funcionamento cognitivo deve ser considerado como o funcionamento de um sistema complexo, composto de vários elementos.

A descrição de um sistema complexo comporta a descrição dos elementos que compõem este sistema e a descrição das relações entre estes elementos. Como normalmente é feito para toda descrição deste gênero, deve-se utilizar "caixas" para designar as funções ou elementos do sistema e setas para designar as relações. A descrição do funcionamento cognitivo consistirá em precisar o significado destas setas, isto é, indicar as modificações suscetíveis de estarem contidas no sistema e as condições de desencadeamento e de uso destas modificações.

A figura 2.1 representa o esquema da arquitetura do processo cognitivo, segundo Richard (1990). As entradas do sistema cognitivo são as informações resultantes dos tratamentos dos sistemas sensoriais. Estas informações são de duas ordens: as de natureza espaço-temporal, referentes aos objetos e eventos; e as de natureza simbólica (linguísticas ou icônicas), que veiculam significados e são interpretadas no interior dos sistemas de sinais e do contexto da situação.

As saídas do sistema cognitivo são os movimentos e gestos, as ações, as decisões de ação e as produções linguísticas.

Com respeito à afetividade, ela se manifesta através do prazer, sentimentos, tendências. Uma observação importante acerca dos processos

afetivos é que impulsionam e direcionam os processos intelectuais. Assim, a motivação é o estímulo mais poderoso, até hoje descoberto, para levar um indivíduo à novos e mais árduos esforços.

2.1.4 O funcionamento cognitivo.

Anderson (1983), afirma que as funções do sistema cognitivo são desenvolvidas através dos fenômenos mentais, que se manifestam através de

diversos tipos de atos: atos inteligentes, atos reflexos, atos instintivos e atos habituais. Em contrapartida, a inteligência é constituída por processos de aquisição (percepção), processos de conservação (memória) e, por último, por processos de elaboração complexos (generalização, abstração, raciocínio, juízo, imaginação, análise, etc.).

O funcionamento cognitivo, segundo Norman (1983), deve ser considerado como o funcionamento de um sistema. Em um primeiro nível, a descrição do sistema cognitivo pode apresentar-se como a ***descrição das funções utilizadas no sistema*** e de ***seu comportamento***. Ela é análoga àquela que se poderia fazer de um sistema artificial de tratamento da informação. Em um nível mais refinado, ***o sistema cognitivo é descrito pelas atividades que realizam estas funções no homem***. Este nível define as particularidades do sistema humano de tratamento da informação.

Um modelo geral para descrever o funcionamento cognitivo é proposto por Rasmussen (1981). Neste modelo podemos distinguir duas grandes fases do tratamento da informação: a fase de análise e a fase de planificação.

A fase de análise está composta pelas seguintes etapas:

- a etapa de ativação: onde sinais de diversos tipos estimulam a atenção do indivíduo;
- observação, onde o indivíduo irá coletar dados multisensoriais sobre a situação de trabalho;
- categorização ou discriminação, onde o sujeito confronta as informações observadas com as informações da memória de longo termo. Desta forma as informações são decodificadas e classificadas em categorias e/ou nível de prioridade para elaborar uma representação do estado do sistema;

- finalmente, temos a etapa de interpretação, que consiste em determinar as causas e as consequências do estado do sistema sobre a evolução da situação de trabalho.

Na fase de planificação distinguimos as seguintes etapas:

- avaliação, onde o indivíduo avalia as possíveis soluções e escolhe a estratégia ótima, que permita melhor satisfazer os critérios técnicos, organizacionais e humanos;
- definição da tarefa, onde o sujeito fixa objetivos da sua atividade e determina os meios necessários para atingi-los;
- definição de procedimentos, que consiste numa sequência ordenada de operações a serem efetuadas;
- execução de procedimentos, que consiste na realização da tarefa e de seus devidos controles.

Por outro lado segundo Santos & Fialho apud Rasmussen (1995), podemos distinguir três tipos de comportamentos:

- Os comportamentos baseados em habilidades sensório-motoras acionadas automaticamente por situações rotineiras (comportamentos automáticos) que exigem muito pouca mobilização dos processos cognitivos e permitem desenvolver em paralelo outras atividades.
- Os comportamentos baseados em regras ou sequências de ações controladas por regras memorizadas previamente. Estes comportamentos exigem uma mobilização maior dos processos cognitivos, pois, exigem o disparo das regras oportunamente e uma coordenação entre elas.
- Os comportamentos baseados em conhecimento. Este tipo de comportamentos aparecem em situações novas de resolução de problemas para as quais não existem regras preestabelecidas. A mobilização dos processos cognitivos, neste tipo de comportamento, é total.

2.1.5 Os processos cognitivos no desenvolvimento da atividade.

Como foi colocado anteriormente, os processos cognitivos ou atividades cognitivas resultam da ativação e uso das funções cognitivas no desenvolvimento de uma atividade. Especificamente, os principais processos cognitivos realizados no desenvolvimento da atividade são:

- 1) detecção, discriminação e interpretação dos sinais;

2) recuperação de informação da memória, que pode ser:

- por analogia,
- por associação,
- direta (instantânea e temporal);

3) registro temporário ou permanente da informação na memória;

4) identificação dos diversos estados (dinâmico) e situações (quase permanente), principalmente no que diz respeito à causalidade;

5) transformação das informações de modo a ajustá-la às estruturas cognitivas preexistentes (tratamento da informação);

6) operações lógicas;

7) estabelecer relações e estruturas de conhecimento;

8) fazer inferências por meio do raciocínio (indução, dedução, analogia, tentativa e erro, etc.);

9) elaborar e reestruturar as representações mentais;

10) formular diagnósticos, hipóteses, planos de ação e alternativas de solução;

11) avaliação e tomada de decisão;

12) aplicação do conhecimento (técnicas, métodos, procedimentos, etc.).

2.1.6 Construção de estruturas cognitivas permanentes: os conhecimentos.

Os conhecimentos, segundo Richard (1990), são estruturas cognitivas permanentes e, portanto, gravadas na memória de longo termo. Esta função garante a evolução do sistema cognitivo permitindo o enriquecimento através de experiências.

Quando falamos em conhecimentos, não lhes atribuímos simplesmente um caráter de verdade: eles são verdadeiros ou falsos dependendo do referencial. O que é importante é que eles estejam na memória do indivíduo, e que possam tornar-se eficientes. Neste sentido deve-se considerar como parte do conhecimento as crenças, os estereótipos e representações sociais, assim como as normas e os valores.

Existem dois modos de construção dos conhecimentos que, em geral, contribuem para a aprendizagem (Santos, 1991). Em primeiro lugar, os conhecimentos podem ser construídos a partir de informações simbólicas processadas pelo pensamento e veiculadas pelos textos e outros meios abstratos. Em segundo lugar, podem ser construídos pela ação e experiência, à partir da resolução de problemas. O primeiro modo produz principalmente (mas não exclusivamente) conhecimentos relacionais ou declarativos, o segundo, sobretudo, conhecimentos *procedurais*.

Os *conhecimentos declarativos* descrevem os objetos precisando seus componentes elementares e a natureza das relações existentes entre estes componentes. Os *conhecimentos procedurais* descrevem organizações de ações que permitam atingir um determinado objetivo. Estes dois tipos de conhecimentos correspondem a dois tipos de organizações semânticas distintas.

Também podemos distinguir os conhecimentos específicos, que referem-se aos objetos, situações, acontecimentos ou sequências de ações particulares, que foram objeto de uma experiência singular dentro de um contexto bem definido. Os conhecimentos específicos constituem a memória episódica.

Por outro lado, é importante distinguir entre a finalidade e o conteúdo do conhecimento. Assim, o conhecimento pode ser definido, segundo Fischler e Firschein (1987), como o armazenamento da informação ou modelo usado por uma pessoa ou máquina para interpretar, predizer e apropriadamente responder ao mundo exterior. Por exemplo, a adição de números que podem ser representados pelo armazenamento em tabelas de consulta contendo a soma de todos os números pares inteiros. Alternativamente, uma máquina de calcular pode ser usada com sucessivos incrementos de dois números inteiros para a obtenção da soma.

Do ponto de vista funcional, os dois instrumentos podem produzir idênticas respostas, mas do ponto de vista de representação, há significativas diferenças que efetivamente influenciam o desempenho da tarefa dada. A consulta na tabela torna-se muito fácil, mas requer uma larga memória de armazenamento. O máquina de calcular pode se tornar muito mais eficiente dentro dos requisitos de hardware, mas torna-se muito lenta na produção das respostas requeridas. Desta forma, as estruturas específicas das representações do conhecimento, possuem um significado particular que é usado na resolução de problemas. Uma entidade inteligente precisa empregar um largo “espectrum” de representações para se comunicar com o mundo. Podemos concluir que a finalidade de um conhecimento pode ser a mesma, mas o conteúdo nem sempre é o mesmo.

2.1.7 Construção de estruturas cognitivas transitórias: as representações

2.1.7.1 Conceitos

A noção de representação, segundo Richard (1990), é a mais central em psicologia cognitiva. Entretanto, está longe de ser clara e apresenta concepções bastante diferentes.

O comportamento inteligente, segundo Hoc (1987), depende das habilidades para usar o conhecimento estocado sobre os objetos, processos, metas, causalidade, tempo e ação. Os atributos da inteligência surgem quando torna-se penoso o entendimento da natureza. Um desses singulares atributos da inteligência humana é a capacidade de converter um problema em uma *forma familiar* ou uma *representação* que pode ser operada usando antecipadamente conhecimentos técnicos. Pode-se dizer então que as representações são os conteúdos do pensamento aos quais se refere o termo compreender.

Neste sentido, podemos definir o termo representação como a utilização dos conhecimentos para dar significado de conjunto aos elementos percebidos no contexto de uma situação e de uma determinada tarefa, bem como dar significado particular para cada elemento. Assim, a representação permite compreender a tarefa numa determinada situação, permitindo estabelecer seqüências de ações (planejamento) e regular o desenvolvimento da atividade.

A representação pode ser definida, segundo Richard (1990), como construções que constituem o conjunto das informações levadas em conta pelo sistema cognitivo na realização da tarefa. Elas desempenham, então, um papel central na elaboração de decisões, visto que são as únicas informações referentes à situação e à tarefa, a partir das quais são elaboradas as decisões de ação.

As representações são elaboradas, de um lado, a partir das informações provenientes da situação e da atividade a ser desenvolvida e, por outro lado, a partir das inferências realizadas. Estas informações devem ter compatibilidade com as informações contidas na memória. Portanto, são as atribuições de significados aos elementos da situação e as interpretações do conjunto da situação, juntamente com as inferências, que produzem as informações faltantes para construir estas interpretações.

As representações, por levar em conta o conjunto dos elementos da situação e da tarefa, são muito particularizadas, ocasionais e precárias por natureza. É suficiente que a situação mude ou que um elemento não observado da situação seja agora levado em conta, para que a representação seja modificada. Elas são por natureza transitórias: uma vez terminada a tarefa, são substituídas por outras representações ligadas à outras tarefas.

Outro conceito relacionado com representação é o de imagem operativa. Segundo Ochanine (1978), a imagem operativa, é uma função reguladora que permite a ação. Assim, a função cognitiva tende a acumular o máximo de informações sobre os objetos e conduz, então, a uma superabundância informacional, não compatível com a ação rápida e eficaz. Neste sentido, a imagem operativa desenvolve um papel regulador, refletindo apenas algumas partes dos objetos, aquelas que são mais diretamente úteis, ou seja, a escolha de informações na memória operacional, se faz, sobre critérios de finalidade de tarefa. Praticamente, a operatividade se traduz, no plano cognitivo, por uma filtragem seletiva dessas informações e, no plano da ação, por uma "concordância" adaptativa. As informações na memória operacional são aquelas que estão disponíveis para a tarefa e para os tratamentos aferentes, elas são mantidas ativas durante o desenvolvimento da tarefa.

É necessário fazer uma distinção entre representação e conhecimento. Segundo Richard (1990), as representações são construções circunstanciais feitas num contexto particular, com fins específicos para fazer face às exigências da tarefa em curso, um texto que se lê, uma ordem que se escuta, um problema a resolver. Sua construção é finalizada pela tarefa e pela natureza das decisões a serem tomadas. Os conhecimentos são também construções, porém são permanentes e não são inteiramente dependentes da tarefa a realizar. Os conhecimentos são gravados na memória de longo termo e, enquanto não forem modificados, supõe-se que se mantêm sob a mesma forma.

No desenvolvimento de sistemas de informação pode nos interessar as representações que possam ser formalmente definidas, e são desta forma adequadas para mecanismos computacionais.

Rabuske (1995) diz que na área de Informática a expressão "representação dos conhecimentos" tem um sentido preciso: significa um modo de aproveitar conhecimentos sob uma forma executável por uma máquina. Mas este sentido não é de todo pertinente em psicologia, salvo quando se trata de simular a organização dos conhecimentos na memória.

2.1.7.2 O papel da Representação

A escolha de uma representação apropriada serve de objetivo, isto é, se converte um determinado problema dentro de outro que já tem uma solução conhecida. Alguns outros papéis da representação são, segundo Rabuske (1995), a recuperação do conhecimento de determinada situação para posteriormente

raciocinar com ele e, adquirir mais conhecimento. Isto permite caracterizar algumas funções desempenhadas pela representação:

Função interpretativa - As informações sensoriais podem ser representadas pelo uso das representações internas (modelos) dos objetos reais do mundo. Por exemplo, informações podem ser interpretadas pela comparação da sensibilidade visual acumulada na descrição dos objetos.

Função organizacional - Uma representação pode permitir que organizemos informações para que as similaridades e diferenças sejam prontamente organizadas. Plotando dois conjuntos de dados, dentro do mesmo gráfico pode-se visualizar suas similaridades e diferenças.

Função questionamento - Modelos internos conduzem-nos a fazer questões sobre acontecimentos (eventos). Como um certo evento ocorre se nosso modelo prognostica outro? Nós somos, além disso, dirigidos a revisar nosso modelo e à geração de um conjunto de modelos de alternativas.

Função dedutiva - Certas representações podem ser usadas para produzir novos conhecimentos a partir de dados previamente armazenados, por permitir deduções realizadas no conhecimento original.

2.1.7.3 Variabilidade das representações empregadas no pensamento humano.

O conceito de representação é uma chave fundamental de idéias para o entendimento da inteligência humana. Cada um de nós carrega dentro de seu interior um modelo do mundo, da sociedade, da comunidade local, da família. Algumas idéias-chaves segundo Fischler e Firschein (1987) são:

Realidade é subjetiva - Cada pessoa contempla pessoalmente o curso dos acontecimentos, construindo um modelo particular da realidade. Há diferenças entre os pontos de vistas pessoais de diferentes pessoas, assim como existem diferenças entre os pontos de vistas teóricos dos cientistas sobre um determinado tema.

Relevância psicológica - Pode-se ampliar as capacidades de construção da representação e suas circunstâncias. As pessoas que concebem o mundo em termos de princípios, mais amplos que regras, possuem maiores chances de descobrir ordem nos "fatos do mundo" do que algumas vezes através de um inflexível e limitado conjunto de modelos.

O uso da representação visual - Há muitos exemplos interessantes de representação usados pelas pessoas para solucionar problemas. Por exemplo o prêmio Nobel de física Richard Feynman usou um sistema visual para uma solução particular dos problemas físicos o qual é conhecido como: "diagram Feynman". A literatura científica traz muitos exemplos da representação visual usado para a resolução de problemas. A escolha e a aplicação de cada representação em muitos casos é um mistério.

Efetividade de uma representação - Uma boa representação deve permitir em todas as situações de interesse que seja facilmente descrita.

2.1.7.4 Formas e modelos de representação mental

A ciência cognitiva estudou, principalmente, a representação mental de informação lingüística e visual. Mas de que forma este conhecimento é armazenado?. Esta pergunta tenta ser explicada através dos modelos de representação mental

De acordo com Nöth apud Cummins (1995), existem essencialmente, até hoje, quatro modelos que descrevem a forma de nossa representação mental: 1) como idéias no sentido de uma matéria mental estruturada ou ícones, 2) como símbolos, 3) como imagens e 4) como estados neurofisiológicos.

1) O modelo das idéias como uma matéria mental estruturada ou ícone é, em outras palavras, um modelo mental das coisas e tem, em comum com estas, a forma. Assim, uma relação de iconicidade entre as coisas e as idéias que as representam é postulada.

2) Com relação à representação mental por símbolos, acredita-se que a linguagem, principalmente os conceitos abstratos, são representados mentalmente na forma de símbolos. Os modelos de representação simbólica se estendem não somente à representação do conhecimento lexical, mas também ao sintático e semântico.

Segundo Nörth apud Schwarz (1995), o conhecimento relacionado com a linguagem é descrito por diversos modelos. Modelos baseados em traços distintivos descrevem palavras como um feixe de conceitos ou componentes semânticos. Modelos de rede representam o conhecimento lexical como nós conceituais em redes, cujo valor semântico deriva das relações específicas a outros nós. Os modelos dos protótipos formulam as qualidades de integrantes típicos de uma classe semântica e especificam transições graduais entre categorias semânticas do conhecimento do mundo.

“O primeiro passo para a representação mental de segmentos cognitivos maiores leva às representações proposicionais. Estas representam conhecimento na forma de proposições, ou seja, ligações entre argumentos e predicados, que produzem declarações de tipo frasal. *Esquemas, frames, scripts e cenários* (ver item 2.1.15) descrevem redes maiores de representação simbólica do conhecimento sobre objetos, situações e acontecimentos no mundo e no texto. Eles representam padrões de experiência e atuação generalizados em situações estereotipadas. Equipados com variáveis e posições ocupáveis flexivelmente, permitindo ampliações e enriquecimentos da representação mental, eles formam modelos dinâmicos da representação, também, de estruturas de conhecimento mais complexas.” (Nörth, 1995).

3) O modelo das imagens. A psicologia cognitiva entende como uma imagem (mental) a reprodução mental ou representação de uma experiência perceptual não presente (Nörth, 1995). Discute-se a seguir dois modelos importantes da imagem mental estabelecidos no quadro da psicologia e dois novos rumos da ciência cognitiva, a Imagem Interna de Piaget e Imagem Mental nas ciências da cognição.

- A imagem interna de Piaget.- Piaget designa a imagem mental como imagem interna. A imagem interna é definida por Piaget como “a representação interna de um acontecimento externo” e vê nela uma ***imitação internalizada*** e uma transformação de tal acontecimento. A capacidade de trazer à mente imagens internas é um dos aspectos daquilo que Piaget denomina *função semiótica*. Esta é a capacidade geral do ser humano de “representar algo através de um signo ou um símbolo ou um outro objeto”. A imagem mental é, assim, um veículo do signo que representa o objeto de referência externo.

- Imagem mental nas ciências da cognição.- A necessidade de entender a natureza da representação mental de imagens, levou às ciências cognitivas, segundo Hagen (1994), a uma controvérsia entre dois modelos cognitivos de processamento da informação. O primeiro modelo, considera que todo pensamento pode ser codificado simbolicamente (modelos simbólicos). O

segundo, além disto, também aceita o pensamento em forma de imagens (modelo analógico).

Os modelos simbólicos da representação mental do conhecimento visual e não visual, partem do pressuposto de que imagens não são armazenadas de forma visual icônica, mas, na forma de símbolos digitais elementares, dos quais se originam redes de sistemas simbólicos através de regras de combinações.

Por outro lado, de acordo com o modelo analógico, o conhecimento tem caráter de uma imagem como um esquema, um mapa cognitivo e, principalmente, como estrutura mental espacial.

Após as controvérsias iniciais entre os modelos, finalmente se impôs a opinião de que a representação imagética não se baseia realmente em cópias armazenadas, mas que, mesmo assim, tem que ser icônica de uma outra maneira.

Hagen (1994), afirma que pesquisas neurofisiológicas também mostraram que imagens mentais ativam, no cérebro, os mesmos padrões de excitação neuronal do córtex visual que a visão real e estas regiões ativadas no processo visual são outras do que aquelas ativadas por conceitos abstratos.

A teoria de Paivio (1986) da codificação dual, elabora um modelo mediador das duas posições da psicologia cognitiva. De acordo com ele, existem dois sistemas mentais separados, nos quais informações verbais e visuais são processadas predominantemente. No entanto, segundo este autor, “no processamento cognitivo de imagens, não somente o sistema visual, mas também o sistema verbal está envolvido, assim, “cópias” verbais da imagem se originam paralelamente à codificação *imagética*, que é, assim, codificada duplamente”.

A suposição de que representações mentais constituem somente processos neurofisiológicos, ou seja, processos da transmissão de impulsos eletroquímicos entre neurônios, é defendida no chamado *conexionismo*. De acordo com Nöth apud Jorna (1995), o conhecimento é representado mentalmente não na forma de signos icônicos ou simbólicos, mas na forma de processos de ativação ou inibição fisiológica de ligações sinápticas em redes neuronais.

2.1.8 Produção de inferências (raciocínio).

As inferências consistem, segundo Cybis apud Richard, Bonnet e Ghiglione (1994), na produção de novas informações a partir das informações existentes na memória e das informações procedentes da situação.

Fischler e Firschein (1987), colocam que a principal dificuldade no processo de raciocínio é selecionar a melhor representação para o problema dado, a partir da identificação das informações mais relevantes sobre esse problema.

A produção de novas informações pode-se realizar através dos seguintes tipos de raciocínio: indutivo, dedutivo, analógico, de tentativa e erro, algorítmico, heurístico, etc.

O raciocínio analógico é utilizado quando uma determinada situação não apresenta as condições exatas para a aplicação de um determinado procedimento ou domínio do conhecimento, mas as condições apresentadas são semelhantes a uma situação conhecida. Isto é, em ausência de um conhecimento apropriado para um determinado problema, a analogia utiliza o conhecimento de situações passadas, de forma a propor uma solução ao problema ou realizar as correções necessárias.

O raciocínio algorítmico usa modelos de procedimentos ou passos predefinidos para resolver problemas que seguem este paradigma.

O raciocínio heurístico é uma linha de pensamento ou raciocínio probabilístico. Geralmente, o raciocínio está baseado na experiência e em casos análogos. Pode-se revelar mais rápido. Seu uso é muito comum no homem.

2.1.9 Elaboração das decisões de ação.

As decisões de ação constituem as produções do sistema cognitivo. Sua elaboração, segundo Richard (1990), corresponde a três tipos de tarefas para o sistema cognitivo:

- tarefas de resolução de problemas, isto é, a elaboração de procedimentos que dependem da representação da situação;
- tarefas de execução não automatizadas, que correspondem a situações para as quais existem procedimentos gerais na memória, que devem ser adaptados ao caso particular, mediante a elaboração de uma representação e imagem operativa;
- tarefas de execução automatizadas, mediante a ativação dos processos cognitivos específicos, já existentes na memória.

Estas três tarefas correspondem a níveis diferentes de elaboração das decisões e se diferenciam pelo papel, mais ou menos relevante, que os conhecimentos estocados na memória desempenham nesta elaboração.

2.1.10 Regulação e controle da atividade.

Em primeiro lugar, uma tarefa é caracterizada por um resultado a ser atingido, por condicionantes na obtenção deste resultado e por um domínio de conhecimentos específicos. Em segundo lugar, uma tarefa pode ser decomposta em sub-tarefas que são estreitamente ligadas à tarefa principal. Segundo Richard (1990), a seleção de sub-tarefas e seu ordenamento no tempo para serem desenvolvidas, num ritmo adequado, pode definir-se sob o termo “regulação”. Em outras palavras, a regulação consiste em fixar objetivos que constituem sub-tarefas, a definir prioridades entre estas tarefas e/ou decidir o abandono de uma tarefa e em conceder recursos para a sua realização (tempo, esforço, etc). A escolha das sub-tarefas faz parte da realização da tarefa e envolve processos de construção de representações e de elaboração das decisões.

Em termos gerais, para Guillevic apud Piaget (1991), regulação é “o controle de reação que mantém o equilíbrio relativo de uma estrutura organizada ou de uma organização em via de construção”.

Convém distinguir duas componentes: a primeira é o que se poderia chamar de regulação da atividade, que consiste em selecionar as tarefas a realizar e em ordená-las no tempo em função das condicionantes e objetivos da atividade. A segunda componente é o controle, definido por Richard (1990), como a função que consiste em utilizar os meios de realização da tarefa e em cuidar do seu bom desenvolvimento. Esta função apresenta duplo aspecto: antes da realização da atividade, o controle garante a planificação, e após, ela garante a avaliação dos resultados da ação. Neste sentido, pode ser a origem de uma reorientação da atividade para o restabelecimento da representação da situação, bem como, pode dar lugar à formulação de novos objetivos e a recuperação da memória de erros ou de incidentes.

Segundo Daniellou (1996), as pesquisas de Leplat, publicadas em 1972, contribuíram para colocar em evidência, a natureza e o papel das representações mentais na regulação das atividades: “ela vai, pois permitir uma simulação mental que será o fator essencial da planificação da ação tendo em vista regular o sistema. Graças a ela, em particular, o sujeito poderia organizar mentalmente a solução de certos problemas antes de dar suas respostas e acrescentar, assim, a estabilidade do sistema”.

O indivíduo se comporta como um sistema de regulação, isto é, como um sistema cujo funcionamento é regido pelos desvios entre seu comportamento efetivo e o comportamento prescrito. Segundo Guillevic (1991, cap. 6), o indivíduo pode agir em dois níveis: no primeiro nível, o indivíduo adapta ou muda os modos operativos, em função do nível de exigência da tarefa e da carga induzida. No segundo nível, o indivíduo limita o nível de exigência da tarefa, quando este assume valores insuportáveis, mudando os objetivos da tarefa e/ou suas entradas. Este segundo nível de regulação só é exercido quando o primeiro já está saturado, quando a adaptação dos modos operativos não pode mais compensar o aumento do nível de exigência da tarefa. Neste caso, o indivíduo equilibra o sistema, agindo não mais sobre o processo entre a entrada e a saída, mas limitando diretamente a entrada.

2.1.11 Orientação das funções cognitivas: a noção de procedimento e estratégia.

No desenvolvimento de uma atividade de trabalho, o objetivo de um trabalhador é aplicar um procedimento adequado a fim de poder realizá-la. Segundo Hoc (1987), um procedimento é um conjunto de operações prontas para atingir um objetivo determinado. Três tipos de operações integram um procedimento:

- as transformações que provocam a mudança de objetivos;
- as propriedades dos estados do problema, que permitem reconhecer um estado particular para realizar uma ação;
- a seleção do tratamento da informação que permite definir o passo seguinte a ser executado.

A elaboração de um procedimento de resolução de um determinado problema compreende, segundo Vergara (1995, p.34), dois aspectos fundamentais: a compreensão da tarefa para construir a sua representação e a definição de um procedimento para orientar uma estratégia de resolução do problema.

De acordo com Newell e Simon (1972), na compreensão de uma tarefa a ser executada, o trabalhador caracteriza o problema em três categorias de elementos que definem o problema:

- 1) o estado inicial;
- 2) o estado final ou objetivo a atingir e,

3) as transformações ou os operadores de estados do problema.

Os mesmos autores colocam que a representação do conjunto de estados do problema, constitui o “espaço de resolução do problema” que o indivíduo exploraria até identificar uma solução para o problema. Este espaço pode ser representado por um gráfico.

Normalmente, segundo Vergara (1995, p.35), um procedimento inclui uma porção de estratégias de resolução de problemas. Assim podemos distinguir dois tipos de categorias de estratégias:

1) de um lado, as estratégias de produção de resultados, baseadas na satisfação de um determinado objetivo e as estratégias de produção de programas, baseadas na concepção de um procedimento;

2) por outro lado, as estratégias ascendentes, que são dirigidas pelos fatos e as estratégias descendentes que são dirigidas pelos conhecimentos esquematizados.

2.1.12 A memória

2.1.12.1 Definição.

Baseados em Guillevic (1991), Santos e Fialho (1995) e Richard (1990), podemos definir a memória humana como um fenômeno que permite armazenar informações (representações e conhecimentos) que posteriormente poderão ser ativadas por mecanismos conscientes ou inconscientes, com maior ou menor transformação, mesmo sem estar presente a fonte de informação.

Uma outra definição diz que “memória é o conjunto de processos pelos quais as aquisições de informação realizadas pela aprendizagem conservam-se ou reconstroem-se, de forma a se revelarem disponíveis” (Penna, 1984).

Segundo Santos e Fialho (1995) a capacidade de memorização humana baseia-se nos seguintes processos:

- o reconhecimento, que consiste na capacidade do homem de reencontrar nas suas percepções, elementos anteriormente memorizados;
- a reconstrução, que é a capacidade de recolocar os elementos memorizados na sua organização anterior;

- a lembrança, que consiste na capacidade do homem de recuperar informações anteriormente memorizadas, sem a presença da fonte de informação.

2.1.12.2 Tipos de memória.

Do ponto de vista funcional, segundo Guillevic (1991), distinguem-se três tipos de memória: o registro da informação sensorial, a memória de curto termo e a memória de longo termo.

(1) O registro da informação sensorial:

Conserva por décimos de segundo a informação percebida pelos sentidos. No entanto, não se trata de memória, no sentido estrito, pois não existe estocagem nem tratamento dessa informação.

(2) A memória de curto termo ou memória de trabalho:

É o conjunto de processos que permitem conservar informações durante o tempo necessário à execução de uma ação. A capacidade desta memória é limitada e quando a capacidade é ultrapassada, perde-se a informação. É por esta causa que a informação percebida é conservada durante alguns segundos, constituindo-se um limite para o ser humano. As informações da memória de trabalho são mantidas ativas durante o desenvolvimento da atividade.

A memória de curto termo ou memória de trabalho, segundo Richard (1990), apresenta as seguintes características:

- não conserva todos os detalhes da situação memorizada nem o seu estado inicial transformado pelos processos mentais;

- o volume de informação memorizado é extremamente limitado;

- com relação à capacidade de armazenamento ou rapidez de codificação, de acordo com várias pesquisas desenvolvidas por diferentes grupos (Collins e Quillian 1972, Cohen 1986, Dempster 1978), pode-se concluir que "quanto mais é preciso atenção para identificar os diversos itens, mais é difícil retê-los na memória". Também podemos dizer que a taxa de retenção na MT, é determinada pela rapidez de codificação da informação;

- no que diz respeito à caducidade da informação na memória de trabalho, podemos dizer que, o esquecimento é rápido na MT quando a repetição mental é impossível. Portanto a manutenção de informações na MT, consegue-se

por auto-repetição. Por outro lado, o declínio da retenção de informação estará basicamente em relação à diferença na qualidade de codificação elaborada por cada indivíduo;

- elevada sensibilidade da MT às interferências. Isto pode ser experimentado quando se é interrompido em uma operação de cálculo com alguma complexidade, onde o indivíduo esquece o resultado do último cálculo que acabou de fazer e, frequentemente, também esquece onde estava dentro da sequência de operação;

- finalmente, com relação à recuperação da informação na memória de trabalho, diversas pesquisas de Sternberg (1977), estabeleceram de modo particularmente convincente o caráter sequencial da recuperação da informação na MT. Pode-se dizer, também, que o tempo desempenha um papel importante na eficiência cognitiva, porque num tempo determinado a capacidade de recuperação da informação na MT vai variar.

(3) A memória de longo termo:

A memória de longo termo (MLT) conserva a informação percebida de forma permanente. Assim, o conjunto de acontecimentos e conhecimentos que um sujeito acumulou no decorrer do tempo, são gravados na MLT. Nem todas as informações na MLT estão disponíveis, só uma pequena parte delas, ou seja, as que têm um nível de ativação suficiente ou que são objeto de uma busca bem sucedida na memória.

As principais características da memória de longo termo são:

- capacidade ilimitada de memorização;
- impossibilidade de saber se uma informação está ou não na memória de longo termo;
- na recuperação de informações na MLT, os efeitos de contexto são maiores. Segundo Tiberghien (1989) o sucesso da recuperação depende da proximidade entre o contexto de codificação e o contexto de recordação (codificação específica). Isto vale, sobretudo, para a lembrança, mas também para o reconhecimento.

Sinclair, Healy e Bourne (1997), relatam os resultados de suas experiências para pesquisar a aprendizagem, reconhecimento e retenção na

memória de longo termo de diversas palavras que representam informações do tipo espacial, temporal e sobre diversos objetos. Em resumo, a informação sobre objetos (coisas, componentes, etc.) foi apreendida, retida e reconhecida melhor que a informação espacial e temporal em todos os casos. Entretanto, nas mesmas experiências, o reconhecimento foi significativamente mais rápido do que a aprendizagem. Por outro lado, as diferenças na aprendizagem, reconhecimento e retenção entre os três tipos de informação foi muito maior durante os momentos iniciais.

2.1.13 Aprendizagem.

A aprendizagem pode ser definida, segundo Cybis apud Richard et al (1994), como um processo de mudança, tanto do conhecimento como do comportamento de um organismo, que leva a desempenhar melhor, em futuras situações, algum tipo dado de tarefa. A aprendizagem é um componente essencial do comportamento inteligente. Ela resulta das interações com o ambiente. O progresso na aprendizagem, de acordo com Cybis (1994), não se faz exclusivamente pela acumulação de conhecimentos, mas também pela diferenciação e a integração de noções, pela substituição de procedimentos e pela eliminação de hipóteses falsas e restrições.

Existem várias maneiras básicas para se aprender, isto é, para adicionar a alguém habilidade para desempenhar uma função ou para saber sobre o mundo. As maneiras básicas de aprendizagem, segundo Fischler e Firschein (1987), são:

- 1) ***habilidades dotadas geneticamente:*** o conhecimento pode ser armazenado nos genes dos homens, dos animais ou em circuitos de máquinas;
- 2) ***informações provisionadas:*** alguém pode demonstrar, como desempenhar uma ação ou pode descrever ou prever fatos sobre um objeto ou situação;
- 3) ***avaliação externa:*** alguém pode indicar quando uma pessoa está procedendo corretamente ou quando obteve a informação correta;
- 4) ***experiência ou observação:*** alguém pode aprender através de retroalimentação com o ambiente. A avaliação é usualmente efetuada pelo aprendiz medindo sua aproximação com alguma meta definida;

5) **analogia**: novos fatos ou habilidades podem ser adquiridas pela transformação e pela ampliação do conhecimento existente, que guarda uma forte similaridade a respeito de um novo conceito ou habilidade desejada;

6) **raciocínio**: os conhecimentos anteriores, através do raciocínio, permitem gerar novos conhecimentos.

2.1.14 O modelo mental ou conceitual.

De acordo com Rutherford e Wilson (1991), podemos definir modelo mental, como o conjunto de representações do indivíduo, formalizadas pela teoria psicológica, que permitem compreender as relações entre as configurações da realidade, as ações a serem efetuadas e os conhecimentos que permitem uma manipulação mental desta realidade. Este modelo é construído a partir das situações nas quais o indivíduo se encontra engajado, dos conhecimentos e das ações que ele efetua. Conforme Norman e Draper (1986), quando interagimos com qualquer coisa, seja o ambiente, outra pessoa ou uma tecnologia, formamos modelos mentais internos de nós mesmos interagindo com eles. Assim, por exemplo, o modelo mental de um trabalhador experiente será diferente do modelo de um trabalhador iniciante. Portanto, “o modelo mental depende da experiência e da formação do indivíduo” (Moraes apud Daniellou, 1994).

De acordo com Moraes, A. (1994), boa parte da literatura de ergonomia utiliza o termo “modelo conceitual”, em vez de modelo mental. O modelo conceitual compreende considerações, relativamente informais, das representações dos indivíduos empregadas para auxiliar o entendimento de determinado sistema ou situação de trabalho e da interação do indivíduo com esse sistema.

2.1.15 Modelos formalizados de estruturas de conhecimento: redes semânticas, esquemas, frames, escripts e mapas cognitivos.

A estrutura dos conhecimentos do homem podem ser formalizados e melhor compreendidos através de modelos elaborados pela psicologia cognitiva. Entre os principais modelos temos:

- as **redes semânticas** de Collins e Quillian (1972);
- os **esquemas** de Rumelhart (1978);
- os **frames** de Minski (1988);

- os *scripts* de Schank e Abelson (1977);
- os *mapas cognitivos* de Eden et al (1983).

1) Redes semânticas: segundo Passos apud Collins e Quillian (1989), são uma tentativa de modelo psicológico de memória associativa humana. Elas modelam o conhecimento através de um conjunto de pontos chamados nós, que representam objetos, conceitos ou eventos, conectados por ligações chamadas arcos que descrevem as relações entre os nós. Os arcos dependem dos conceitos e tipo de conhecimento que está sendo representado.

Por exemplo, na figura 2.2, podemos representar: “*Todo homem tem cérebro. O homem é um ser inteligente. Um ser inteligente tem cérebro. Um ser inteligente é um tomador de decisões.*” Assim, os termos: *homem, cérebro, ser inteligente e tomador de decisões* representam os objetos, conceitos ou eventos. As expressões “*é parte de*” e “*é um*” são as relações. Um aspecto chave da rede semântica é que os fatos ou características importantes sobre um objeto, conceito ou evento podem ser deduzidos dos nós aos quais eles estão ligados diretamente, sem uma pesquisa no contexto.

A rede semântica é uma forma de representação do conhecimento muito usada nas pesquisas de inteligência artificial relacionadas com processamento de linguagem natural.

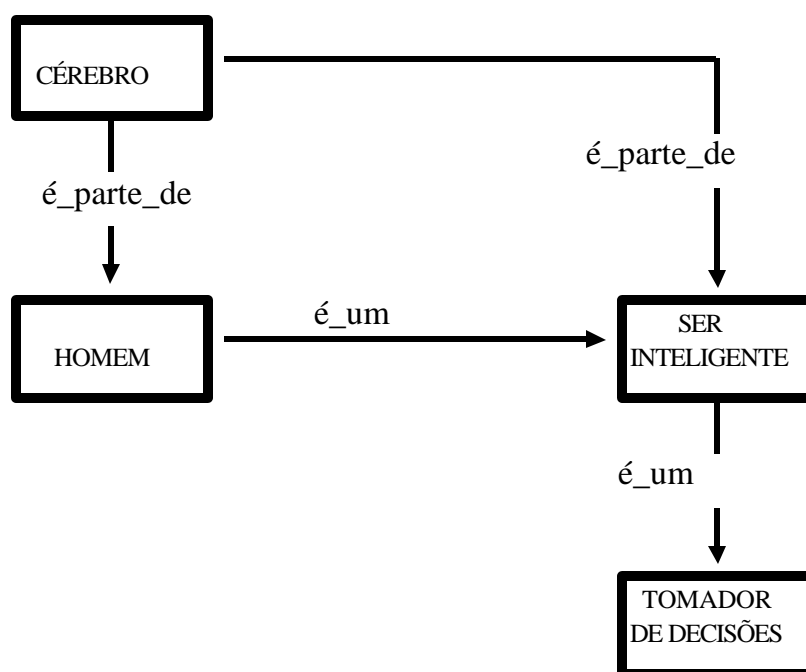


Figura 2.2 - Exemplo de rede semântica.

2) Os esquemas: de acordo com Guillevic apud Rumelhart (1991), os esquemas são estruturas de conhecimentos que contém, ao mesmo tempo, um saber e a maneira de utilizá-lo em diferentes contextos. Eles servem, também, para interpretar novas realidades. Essas estruturas contêm módulos de tratamento de informações que organizam a memória, guiam a percepção, as ações e o pensamento.

Os esquemas são estruturas de conhecimento abstratas para situações gerais, se diferenciando das representações mentais, que são estruturas cognitivas construídas e definidas para uma situação específica.

Um esquema não é uma cena de uma situação, num determinado momento, mas um “esqueleto” que, como um cenário de uma peça, permite tratar todas as cenas relacionadas e os problemas ligados a este cenário. Por exemplo, o esquema “restaurante” não é uma cena de um restaurante num determinado momento, mas, um quadro ou esqueleto que permite tratar todas as cenas “restaurante” e os problemas ligados a este cenário como, por exemplo, a escolha de uma refeição.

Os esquemas são diferentes dos conceitos, pois, eles definem, também, as relações nas redes semânticas e o tratamento “adequado” da situação.

Segundo Falzon (1986), podemos atribuir duas funções principais aos esquemas:

- uma função cognitiva de ajuda a compreensão das situações e,
- uma função que guia uma ação a realizar.

O mesmo autor identifica, teoricamente, duas etapas na utilização dos esquemas: 1) a invocação do esquema, que pode ser realizada em função das características de uma situação determinada ou dos esquemas já evocados; 2) a ativação do esquema.

Em resumo, os esquemas permitem: compreender uma situação, utilizar um conhecimento, inferir variáveis ausentes, atribuir valores, elaborar hipóteses e efetuar uma pesquisa de novas informações dirigida pelas características da situação. De fato, eles participam do raciocínio do homem e funcionam como um duplo filtro: seleção de informações e ativação de blocos de unidades em memória interna. Estes dois tipos de filtro estão intimamente relacionados.

3) Frames: o ser humano, através da sua atividade cognitiva, usa experiências anteriores para interpretar uma nova situação, para isto, seleciona da memória uma estrutura, chamada de frame, que será adaptada à nova situação, pela diferença de detalhes, quando necessário. Um *frame* é uma estrutura de dados para representar um conceito ou uma situação estereotipada.

Na figura 2.3, temos um exemplo de *frame* para o conceito “configuração de microcomputador”. O *frame* deve possuir campos ou “slots” para designar os atributos do mencionado conceito. No exemplo (fig. 2.3), temos os campos: marca, processador, memória RAM, etc. Estes campos ou slots recebem valores como, por exemplo, IBM, Pentium INTEL, 4 Mb, etc. que os definem. Este frame serve para compreender e fazer um diagnóstico sobre as configurações do microcomputador.

Outras informações, junto a cada frame, podem ser sobre como usar o *frame*, o que se pode esperar que aconteça e, ainda, sobre o que fazer se estas expectativas não forem confirmadas.

| FRAME: Microcomputador | |
|------------------------|---|
| MARCA: | IBM |
| PROCESSADOR: | Pentium-INTEL |
| VELOCIDADE: | 160 MHZ |
| MEMÓRIA RAM: | 16 Mb |
| MONITOR: | Colorido |
| HD: | 1,6 Gb |
| DISPOSITIVOS: | - Fax-modem - Kit Multimídia |
| SEQUÊNCIA DE EVENTOS: | <u>Script selecionar_e_utilizar_um_aplicativo</u> |

Figura 2.3 - Exemplo de Frame sobre “configuração de microcomputador”.

Os *frames* podem ser organizados como uma rede semântica, isto é, uma rede de nós ou conceitos e relações organizadas em hierarquia.

Os *frames*, também, se parecem aos esquemas mas, distinguem-se no seguinte:

- os *frames* são representações mais formais que designam construções mentais adquiridas pela experiência e que reagrupam conhecimentos de diversas origens;
- em segundo lugar, os *frames* distinguem-se dos esquemas, pelo fato que eles manteriam relações mais estreitas entre si, e,
- os frames são úteis para domínio de problemas onde a forma e o conteúdo do dado desempenham um papel importante na solução do problema.

4) Os scripts: temos que os conhecimentos sobre o que acontece tipicamente num esquema ou frame, podem ser representados por um roteiro ou script. Por exemplo, a sequência de eventos ou conhecimentos sobre o que tipicamente acontece no desenvolvimento da atividade “*selecionar e utilizar um aplicativo para computador*”, pode ser representado com um *script*, da seguinte maneira:

SCRIPT PRINCIPAL \Rightarrow *selecionar_e_utilizar_um_aplicativo*

| | |
|----------------------|---|
| Inicialmente: | <i>script - ligar o microcomputador</i> |
| se: | <i>O computador está pronto para receber comando</i> |
| então: | <i>script - selecionar e ativar aplicativo</i> |
| se: | <i>aplicativo está disponível e pronto para ser utilizado</i> |
| então: | <i>script - utilizar aplicativo</i> |
| se: | <i>a tarefa foi concluída</i> |
| então: | <i>script - salvar o trabalho e fechar aplicativo</i> |
| então: | <i>script - desligar o microcomputador.</i> |

De acordo com Guillevic (1991), os scripts não são diferentes, estruturalmente, dos esquemas. Assim, em determinada situação, um indivíduo levanta informações que ativam um *script*. Este *script* permite a produção de hipóteses e eventos conduzindo à seleção de novas informações que reforçam o script e permitem a sequência da investigação.

- Os Mapas Cognitivos: um modelo da representação.

De uma maneira geral, de acordo com Zanella apud Eden (1996), um mapa cognitivo é uma representação gráfica das idéias expressas por um indivíduo respeito de alguma questão.

Outra definição formal de mapa cognitivo é dada por Rosenhead (1989). Segundo o autor, um mapa cognitivo é um modelo do "sistema de conceitos" usados por uma pessoa para comunicar a natureza de um problema, isto é, um modelo utilizado para representar a maneira como uma pessoa interpreta uma determinada situação.

De uma forma mais técnica, Montibeller apud Cossete e Audet (1996), definem mapa cognitivo como uma representação gráfica de um conjunto de representações discursivas feitas, por um sujeito, sobre um problema em um contexto particular. Eden et al. [1983] destacam ainda que o principal objetivo de um mapa cognitivo é retratar estas representações (conceitos, idéias, conhecimentos), como também, os valores e atitudes dos envolvidos dentro de um processo decisório, da melhor forma possível, de maneira a possibilitar uma análise posterior.

A construção de mapas cognitivos é um processo que gera um aprendizado muito grande dos indivíduos envolvidos em relação ao problema que têm em mãos. Um mapa cognitivo é composto por vários conceitos, também denominados de "construtos" (Eden et al., 1983). Cada conceito pode ser formado por dois pólos: um pólo presente, ou seja, a situação atual definida pelo ator e um pólo oposto, ou seja, a situação que é o oposto, na percepção dele, à situação atual. Esses dois pólos são separados por "...", significando "ao invés de". A ligação entre os conceitos ou idéias é feita através de relações de causalidade, simbolizadas através de flechas. Segundo Eden et al. (1983), as flechas indicam a forma com que uma idéia leva a, ou tem implicações sobre outra. A cada flecha pode estar associado um sinal positivo ou negativo, que indica a direção do relacionamento. Um sinal positivo "+" na flecha indica que o primeiro pólo de um conceito C1 leva ao primeiro pólo do conceito C2. Já um sinal negativo "-", indica que o primeiro pólo de um conceito C1 leva ao segundo pólo de um conceito C2. A Figura 2.4, traz um exemplo de um mapa cognitivo.

Portanto, o processo de construção de mapas cognitivos é extremamente útil para a estruturação de problemas complexos, pois proporciona uma análise do problema com uma riqueza de informações que dificilmente seria possível de se obter sem a utilização desta ferramenta (Corrêa apud Eden et al., 1983).

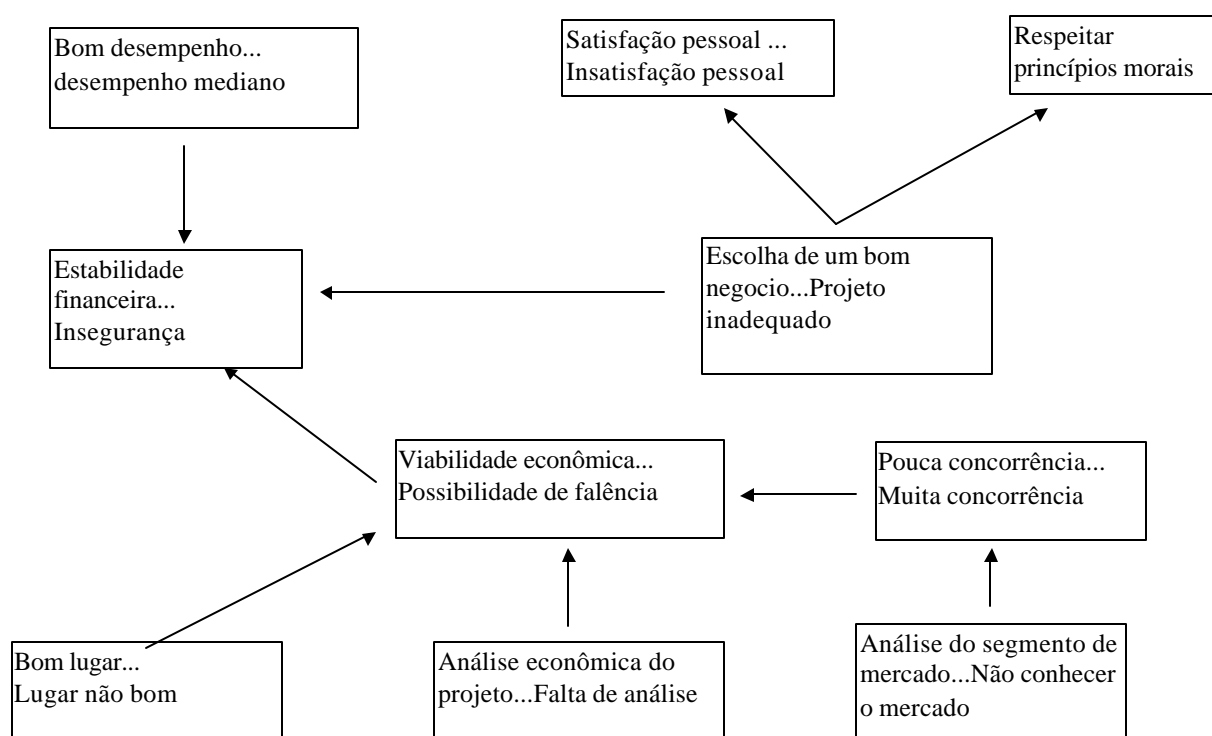


Figura 2.4 Mapa Cognitivo identificando idéias relacionadas com estabilidade financeira (Corrêa, 1996).

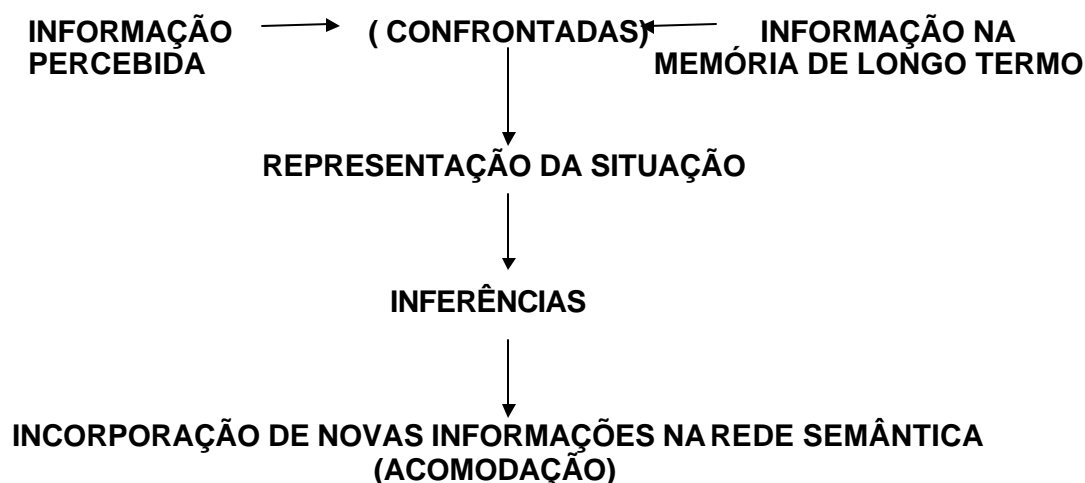
2.1.16 O papel dos conhecimentos anteriores.

2.1.16.1 O princípio da “assimilação-acomodação”.

Em relação ao papel dos conhecimentos anteriores, considera-se que sua participação é indispensável e muito importante no desenvolvimento de tarefas.

Piaget (1974) propôs o "princípio da assimilação-acomodação", para tentar explicar o papel dos conhecimentos anteriores. No processo da aprendizagem humana, este princípio poderia ser esquematizado da seguinte forma:

Na figura 2.5, mostra-se que as informações percebidas são confrontadas com as informações memorizadas (MLT). Esta confrontação permite elaborar uma representação da situação e realizar as inferências necessárias para cobrir informações faltantes e incorporar novas informações na rede semântica, realizando-se um processo de assimilação-acomodação. Assim toda aquisição de conhecimento se traduziria na acomodação de uma informação a um *esquema* anteriormente construído, dando lugar a uma nova situação.



**Figura 2.5 - "Princípio da assimilação-acomodação".
(baseado em Piaget, 1974)**

2.1.16.2 Efeitos dos conhecimentos anteriores (Richard, 1990).

- Efeitos positivos.

Os conhecimentos anteriores facilitam a aprendizagem pela melhor representação da situação. Do ponto de vista da rede semântica, o maior número de relações entre conceitos permite um rápido acesso ao conceito novo.

Por outro lado, a informação estruturada (congruente com o esquema) é mais facilmente memorizável. As analogias aproveitam os conhecimentos anteriores, e é por isso que são usadas para facilitar a aprendizagem.

Na concepção de Vergara apud Anderson (1990), a aprendizagem é realizada pela criação de relações entre conceitos e o acesso aos conceitos se faz por ativação. A aquisição de uma informação nova sobre um conceito se produz em consequência da criação de uma nova relação. Isto se tornará mais fácil no momento em que o número das relações existentes sobre este conceito seja maior, o que equivale a dizer que existem conhecimentos mais numerosos para estes conceitos. De fato, quanto maior é o número de relações mostrando o conceito, mais rápido e fácil fica o acesso ao mesmo. Esta concepção prediz, como foi mencionado, que a aquisição de informações novas, congruentes com o conceito, será mais fácil porque já se tem mais conhecimento sobre ele.

- Efeitos negativos.

Quando se acumulam excessivas relações entre os conceitos, produz-se o fenômeno de interferência, que dificulta principalmente a assimilação/acomodação de novos conhecimentos. O efeito facilitador e o efeito de interferência devem ser compensados.

2.1.17 A resolução de problemas.

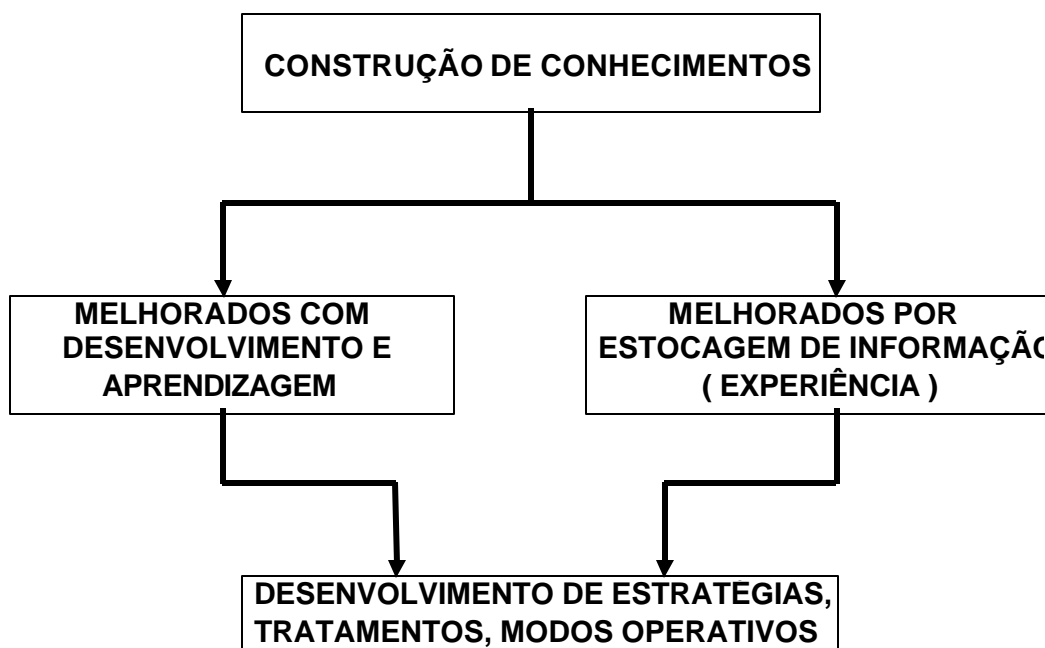
Segundo Cohen (1986), um problema pode ter uma solução perfeitamente definida ou sua solução pode ser obtida através do desenvolvimento e/ou aplicação de regras e modelos gerais de resolução.

Segundo Newell & Simon (1972) para resolver um problema é necessário pesquisar através do espaço de problemas. O espaço do problema é passar de um estado de conhecimento do problema para outro, isto é, o espaço de um problema é o conjunto de estados de conhecimento de um problema. O processo de construção do espaço de problemas é realizado a partir das seguintes

fontes de informação: as instruções da própria tarefa; uma experiência anterior com uma tarefa análoga ou semelhante; programas armazenados na memória de longo termo; a informação acumulada durante a solução do problema. Estas fontes de informação são úteis na análise do trabalho.

Por outro lado, a solução de um problema complexo, reside na capacidade de dividi-lo ou transformá-lo em problemas de ordem de inferior dificuldade.

No desenvolvimento da atividade, os processos de elaboração de diagnóstico e resolução de problemas são os que precisam de processos de elaboração mais complexos. Assim, segundo Rasmussen (1980), para realizar estes processos, precisamos desenvolver competências de antecipação e planificação, e a prática de ferramentas cognitivas como abstração, generalização, inferências, etc. Dentro do vocabulário da ergonomia, a noção de competência, segundo Daniellou apud Montmollin (1996), designa tudo o que está engajado dentro da ação. Poder-se-ia dizer que competência é o conjunto de conhecimentos, de saber-fazer, de heurísticas, de esquemas-tipo, logo, tudo isto permite chegar ao resultado sem aprendizagem nova. Em forma geral, Daniellou apud Montmollin (1996) define a noção assim: “em ergonomia as competências correspondem às estruturas hipotéticas que permitem ao operador dar uma significação, *para a ação* nas situações de trabalho. O processo cognitivo para resolução de problemas, pode ser visualizado na figura 2.6.





**Figura 2.6 - Os processos cognitivos na resolução de problemas.
(baseado em Rasmussen, 1980)**

Como é mostrado na figura, primeiro há uma construção de conhecimentos que vão sendo melhorados através do desenvolvimento e aprendizagem e a estocagem de informações resultantes da experiência. Assim, também, vão sendo obtidas mais experiências para depois desenvolver estratégias de ação que, com o passar do tempo e com a repetitividade das mesmas, vão se tornando automatizadas. Tudo isto ajudará ao trabalhador a antecipar situações com respostas cada vez mais apropriadas e com uma planificação mais acertada na execução de suas tarefas.

2.1.18 Tratamento da informação.

Tratar uma informação é lhe dar um sentido ou transformá-la. Em geral, segundo Richard (1990), temos os seguintes tipos de tratamento de informação: algorítmicos, heurísticos e estratégicos:

- o algoritmo é um conjunto de regras precisas, que define um procedimento, destinado a obter um determinado resultado, a partir de certos dados iniciais. Sua utilização é pouco comum no homem. Exemplo: cálculo do salário de um empregado;

- a heurística é uma sequência de pensamento ou raciocínio probabilístico. Não sabemos onde se dirige exatamente. Geralmente, o raciocínio está baseado na experiência e em casos análogos. Pode-se revelar mais rápida. Seu uso é muito comum no homem. Exemplo: procurar a causa de um defeito;

- por último a estratégia, é definida como a maneira de agir própria do saber-fazer e experiência de cada indivíduo.

Em geral, de acordo com Santos e Fialho apud Gagné (1995), a informação submete-se, através do pensamento humano, a processos de detecção, discriminação e interpretação, na mesma sequência:

- detecção, quando o indivíduo percebe sinais ou informações externas, que confronta com as informações memorizadas para dar uma resposta;
- discriminação, que permite classificar ou identificar as informações em categorias e,
- interpretação, que permite dar um significado às informações.

Enquanto ao controle humano do tratamento da informação, segundo Lindsay & Norman (1980), pode ser de vários tipos: controle de tratamento da informação por conceitos (acontecimentos), controle por dados ou sinais gerados e controle por programas (procedimento pré-determinado).

É necessário ressaltar o compromisso funcional entre memória e o tratamento da informação. Assim temos que, segundo Richard (1990), para evitar refazer muitas vezes os mesmos tratamentos, é preciso memorizar os resultados sobre uma forma facilmente acessível. Ao contrário para ser aliviado o estoque de material memorizado devem ser refeitos os tratamentos. Por último, temos o tempo compartilhado, que permite fazer vários tratamentos, quase ao mesmo tempo, aproveitando-se intervalos entre exigências específicas.

2.1.19 O fenômeno da experiência e automatismo.

Segundo Wisner (1988), a representação da tarefa ou modelo mental de um operário experiente, é diferenciada daquela de um operário inexperiente. O operário experiente tem maior facilidade na criação de estratégias, porque, este já tem incorporados diversos automatismos.

O operário que repete frequentemente as mesmas tarefas, por períodos suficientemente longos, adquire automatismos que lhe permite executar as tarefas mais rapidamente e com uma mobilização mínima de seus processos conscientes. As atividades mentais com maior performance são em geral muito automatizadas.

Num plano de formação é necessário criar no indivíduo o máximo de automatismos, para todas as tarefas repetitivas com a finalidade de permitir

alocar o máximo de recursos cognitivos para as atividades mais complexas, que precisam desenvolver prática no uso das ferramentas cognitivas.

Por outro lado, assim como a experiência e conhecimentos anteriores podem facilitar a aprendizagem, também podem trazer dificuldades, por interferir ou entrar em contradição com os novos conhecimentos, numa nova situação de trabalho. Neste caso, precisa-se um período para "desaprender" (eliminar conhecimentos desnecessários).

2.1.20 Etapas no desenvolvimento da tarefa.

Segundo o modelo de Rasmussen (1980), podem se distinguir seis etapas no desenvolvimento da tarefa:

- detecção: o indivíduo toma conhecimento de um fato que pode ser normal ou anormal;
- discriminação: fase de aquisição seletiva de informações, o indivíduo focaliza sua atenção sobre os valores assumidos por certos parâmetros e sobre sua evolução;
- diagnóstico: o indivíduo tenta atribuir um significado aos dados da situação que ele julga pertinente e interpreta o estado do processo;
- resolução de problemas: quando o diagnóstico foi estabelecido, o indivíduo examina, em função dos objetivos preestabelecidos e de um certo número de outros critérios, as estratégias a serem desenvolvidas;
- tomada de decisão: o indivíduo escolhe uma estratégia de ação e planifica sua atividade de maneira a atingir o objetivo que ele fixou;
- ação: o indivíduo executa seu plano de ação, regula e controla o resultado de sua atividade.

2.1.21 O estilo cognitivo.

De acordo com Allinson e Hayes apud Messick (1996) o estilo cognitivo pode ser definido como *“as diferenças individuais consistentes na maneira preferida de organizar e processar informação e experiência”*.

Ainda, como coloca Allinson e Hayes apud Schweiger (1996), estilos cognitivos particulares são mais apropriados que outros para a condução de determinada atividade. Portanto, justifica-se a elaboração de recomendações normativas relacionadas com a seleção e colocação de indivíduos para essas atividades.

Outros autores têm demonstrado a conveniência de diversos estilos cognitivos para tarefas particulares. Allinson e Hayes apud Mintzberg (1996), por exemplo, acreditam que o trabalho de gerenciamento e planejamento, com sua ênfase em lógica e articulação de idéias, requer um estilo cognitivo racional; uma atividade que envolve ambigüidade e complexidade requer um estilo cognitivo mais intuitivo.

2.1.22 A modelagem cognitiva.

A modelagem dos processos cognitivos segundo Richard (1990), consiste em se passar de uma descrição desses processos utilizando a linguagem das teorias psicológicas, para uma expressão em uma linguagem formal que permita fazer simulações ou cálculos.

A modelagem cognitiva da operação de sistemas complexos, é a representação das atividades cognitivas do indivíduo dentro de uma estrutura integrada, interagindo com um determinado sistema dinâmico.

Nas situações de trabalho com sistemas técnicos e elevado volume de informações é útil particularmente a modelagem cognitiva estruturada, semelhante com o projeto estruturado de sistemas, que pode-se dividir em modelagem de regras de decisão e modelagem da resolução de problemas.

A modelagem cognitiva pode melhorar o desempenho nos processos de resolução de novos problemas, principalmente pela natureza antecipatória de todos os processos cognitivos como é enfatizado por diversos autores como Piaget, Barlett, Dewey, Nneuses, entre outros.

A modelagem cognitiva, principalmente com orientação ergonômica, permite definir o modelo comportamental e de funcionamento cognitivo do indivíduo e desta forma aumentar a eficiência de sistemas de apoio à decisão, sistemas de treinamento, sistemas para elaboração de diagnósticos, etc. Desta forma, superam muitas limitações dos modelos com abordagens de inteligência artificial e da própria psicologia.

Segundo Vergara (1995), existem três grandes etapas na modelagem cognitiva, que são:

1) a formalização da caixa preta do modelo, isto é, os mecanismos cognitivos, os conhecimentos, os raciocínios, as estratégias e a organização dos conhecimentos;

2) a coleta das “entradas” do modelo na medida de seu desenvolvimento;

3) a validação do modelo, que consiste em verificar a realidade de uma situação de trabalho.

A simulação cognitiva pode ser considerada como um dos principais produtos da modelagem cognitiva. A simulação cognitiva tem como objetivo reproduzir a dinâmica do raciocínio humano no desenvolvimento da atividade, caracterizando-se fundamentalmente pela consideração da causalidade no encadeamento dos processos cognitivos tanto em situação normal como de incidente.

2.2 Ergonomia.

2.2.1 Considerações gerais.

O trabalho, de acordo com Daniellou apud Tersac e Maggi (1996), é um objeto complexo que trata-se, simultaneamente, de uma noção abstrata e uma variedade de práticas que exclui adotar um ponto de vista único e normativo. Portanto, o trabalho é um objeto tal que uma única disciplina não pode abarcar-lo.

Neste sentido, a ergonomia se apresenta como uma espécie de “metadisciplina”, que convoca numerosas disciplinas para resolver o enigma da complexidade, assim, a ergonomia estuda o homem que trabalha do ponto de vista interdisciplinar. A Ergonomia, é definida por Wisner (1988) como uma disciplina que agrupa os conhecimentos da fisiologia, da psicologia, engenharia e das ciências conexas aplicadas ao trabalho humano em vistas de uma melhor adaptação dos métodos, dos meios e do ambiente de trabalho ao homem.

A ergonomia, segundo Daniellou apud Tersac e Maggi (1996), visa conhecer em que limites o homem, colocado numa situação dada, se encontra num estado conveniente para seu conforto e sua eficácia, sem nunca saber as

razões “profundas”. Ela é conhecimento e ação; o conhecimento é científico e se esforça para desembocar nos modelos explicativos gerais; a ação visa melhor adaptar o trabalho aos trabalhadores.

Para Daniellou apud Sperandio (1996), a ergonomia é uma disciplina científica e um pouco particular. Ela é constituída por muitas disciplinas, mais exatamente pelas partes das disciplinas que concorrem para o conhecimento científico do homem no trabalho, sob diversos aspectos: fisiológicos, psicológicos, sociológicos, médicos, etc. A ergonomia combina pois, saberes disciplinares que visam explicar as práticas de trabalho: ela não retém exceto o que é pertinente para a explicação. De um outro lado, a ergonomia contribui para transformar as situações de trabalho, ela visa a adaptação do “trabalho ao homem” (Sperandio, 1984). Podemos concluir que para a ergonomia o *objeto* é a análise de alguém que trabalha e o *objetivo* é a adaptação do trabalho ao homem..

Segundo Daniellou apud Wisner,Tersac,Leplat et al (1996), distingue-se três proposições fundamentais da ergonomia, que representam, também, três mudanças de perspectiva: a) a variabilidade dos contextos e dos indivíduos; b) a distinção entre tarefa e atividade e, c) a atividade de regulação e competência.

■ A noção de variabilidade.

Ela constitui a primeira transformação para a qual contribui a ergonomia. Esta noção mostra, através de análises em situações reais, a variabilidade dos contextos e das pessoas que trabalham. A ergonomia postula a variabilidade das condições externas e/ou internas da atividade. Respondendo a pergunta: “à qual homem o trabalho deve ser adaptado? ”, Wisner (1995) considera que os postos trabalho são freqüentemente inadaptados porque sua definição repousa sob uma concepção de homem que de fato não existe: *“um parâmetro da organização do trabalho, temível dentro de suas conseqüências, é aquele tomado sobre um trabalhador médio, bem colocado, trabalhando em um posto estabilizado”*. Com o apoio de dados antropométricos, biológicos e fisiológicos e os advindos da psicologia diferencial, Wisner (1995) propõe uma transformação de perspectiva: “não se trata de selecionar os indivíduos que convém a uma máquina concebida sem precaução”, mas os ergonomistas devem “formular as recomendações em relação com as verdadeiras exigências dos trabalhadores”.

■ A regulação da atividade.

Esta proposição consagra uma transformação de perspectiva a propósito da eficiência do sistema. A eficiência, não resulta nem da definição dos procedimentos e dos métodos, nem somente das instruções. Os resultados não podem ser obtidos a não ser graças a capacidade de regulação da atividade desenvolvida pelos sujeitos agentes. De uma parte, para gerir as variações das condições externas e internas da atividade e de outra parte, para dar conta dos efeitos da atividade.

Muitos modos de regulação são possíveis, mas um é ótimo: aquele que assegura a melhor integração/adaptação dos sujeitos em relação ao sistema e do sistema em relação ao seu meio ambiente. Podemos dizer que a ergonomia não se limita a uma mudança de regras de estruturação do trabalho, mas a uma mudança das formas de regulação.

As perspectivas funcionalistas dos sistemas têm como base a noção de função, emprestada das ciências biológicas. Assim, cada subsistema contribui para a satisfação das condições funcionais requeridas pelo sistema de nível superior. Esta lógica funcional guia a regulação do sistema. A idéia de um “*one best way*” ou “*melhor maneira*”, de acordo com Daniellou apud Tersac e Maggi (1996), não é mais válida porque se admite que as contribuições dos componentes do sistema e do conjunto se desenvolvem naturalmente em relação às necessidades funcionais. Assim, os programas de trabalho não devem ser muito rígidos, ao contrário, a flexibilidade acresce a potencialidade do sistema. A valorização do “informal” se baseia sobre este pressuposto. A tarefa deixa seu lugar ao papel, a predeterminação à regulação, o organograma é colocado em questão.

Muito frequentemente a predeterminação de um processo não chega a dominar a incerteza. Assim, as diferenças das proposições ergonômicas em relação à perspectiva do modelo clássico são consideráveis.

Nesse sentido, a análise da atividade conduz a se libertar da prisão tayloriana; agora a possibilidade se abre para a ergonomia ver toda a situação de trabalho como vivente, ativa e variável, a partir de sua dimensão fundamental de regulação. Isso, também é evidente para o estudo da variabilidade das pessoas e dos contextos

A variabilidade destes diversos aspectos da situação de trabalho faz parte da situação de trabalho em razão das escolhas organizacionais. Daniellou apud Tersac e Maggi (1996), colocam que dentro da construção da situação de trabalho, a variabilidade destes diversos aspectos se entrelaça à variabilidade da

organização, mas esta é prévia, e constituinte: sem as escolhas organizacionais a situação de trabalho não existe.

A este respeito, Daniellou apud Tersac e Maggi (1996) destaca a visão do processo de ação. Segundo esta visão, o processo não é nem predeterminado nem indeterminado, é apenas conhecível dentro de seus objetivos. É um sistema que se auto produz, que se modifica por ele mesmo, que se auto-organiza segundo uma racionalidade intencional e limitada. A racionalidade (do processo ao mesmo tempo que dos sujeitos) é limitada e não absoluta, porque ela reflete os limites da razão humana; mas ela é também intencional e não *a posteriori*, porque ela implica a intencionalidade da ação, sem intenção não existe a situação. Todavia, a visão do processo implica que tudo seja variável e modificável: os resultados que se deseja, as ações para os alcançar, os conhecimentos, a ordem mesma do processo, etc.

De um outro lado, os conhecimentos saídos da análise do trabalho são submetidos à discussão porque ela não se impõe (Wisner,1995). Contrariamente, contradizendo a visão oficial do trabalho, a análise do trabalho revela a ineficácia das prescrições. Aqueles que realizam esta análise introduzem uma duvida quanto à validade das regras.

A utilização racional dos conhecimentos ergonômicos apropriados a cada realidade torna possível o aumento da produtividade, a redução de acidentes, o incremento da qualidade e a redução dos custos laborais que se manifestam sob a forma de absenteísmo, rotação de pessoal, conflitos, falta de interesse pelo trabalho, etc. A ergonomia proporciona elementos para questionar a racionalidade e a eficácia econômica da organização científica do trabalho em suas modalidades taylorista e fordista.

Por outro lado, a ergonomia, segundo Santos e Fialho (1995) remete-se a conhecimentos e tecnologias com fins múltiplos, discutidos a continuação:

- reduzir ou eliminar os riscos profissionais, promovendo um trabalho seguro, apartado dos acidentes de trabalho e das enfermidades profissionais;
- melhorar as condições de trabalho, com a finalidade de evitar um incremento da fadiga, provocada pela elevada carga global de trabalho em suas várias dimensões: carga física, carga psíquica e carga mental;

- finalmente, para lograr uma maior eficiência das atividades produtivas como consequência da melhoria das condições de trabalho.

Pode-se concluir que a ergonomia contribuiu para uma mudança de perspectiva através de suas proposições fundamentais concernentes à variabilidade dos contextos e dos indivíduos, para a distinção de tarefa e de atividade (ver item 2.2.5.3) e ressaltando enfim, a importância da atividade de regulação dentro da variabilidade da situação de trabalho.

2.2.2 Ergonomia Cognitiva.

As transformações operadas no processo de trabalho, pela introdução das novas tecnologias informatizadas e automatizadas, ampliam substancialmente o campo de ação da ergonomia e colocam em relevo a existência de uma importante atividade cognitiva por parte dos trabalhadores, sem a qual os novos equipamentos e os "softwares" seriam incapazes de desenvolver todas as suas potencialidades.

Na medida em que as tarefas exigem do homem menos esforços físicos e mais "esforço" de decisão, desenvolve-se na ergonomia o estudo dos fatores cognitivos. Esta evolução explica o aumento do interesse pelo estudo do trabalho mental. A ergonomia cognitiva preocupa-se com os aspectos da atividade mental realizada pelo homem.

A ergonomia cognitiva, segundo Hoc (1988), permitirá a otimização do esforço despendido para compreender e desenvolver a tarefa, facilitando o processo mental para a tomada de decisões e execução de determinada ação. Assim, a aplicação da análise ergonômica da atividade mental visa adequar as exigências cognitivas da tarefa ao usuário.

Para Hoc (1988), a ergonomia cognitiva tem uma finalidade social, de melhorar as condições de trabalho, especialmente no contexto do trabalho computadorizado. Para isto, existe a necessidade de adotar um enfoque multidisciplinar, abordando principalmente duas classes de problemas: treinamento no uso dos softwares e apoio ao trabalho cognitivo humano mediante sistemas de informação.

Como refere Santos (1991), o ser humano ao desenvolver um trabalho, desenvolve uma atividade física e mental; o trabalho mental não se opõe

ao trabalho físico, ele o complementa e diz respeito a todos os aspectos do trabalho humano que implicam um tratamento da informação.

Segundo Wisner (1987), as atividades mentais têm pelo menos dois aspectos: cognitivo e psíquico, sendo que qualquer um pode determinar uma sobrecarga, o sofrimento. A dimensão cognitiva refere-se aos processos mentais relacionados com a atividade, por exemplo, temos as atividades de inspeção, seleção, controle, planejamento, etc. A dimensão psíquica, pode ser definida em termos de "níveis de conflitos", isto é, o nível em que a carga de trabalho, ou outro fator, pode determinar alterações afetivas. O aspecto psíquico da tarefa está às vezes, oculto, mas, às vezes, é predominante: atitude agressiva, desânimo, etc. A análise no presente estudo considerará principalmente os aspectos cognitivos no desenvolvimento da atividade.

Kalsbeek (1985), afirma que, em relação ao conteúdo cognitivo da tarefa, o principal aspecto é a tomada de decisão, por ser a que pode produzir maior sobrecarga. Porém, as tomadas de decisão estão longe de ser os únicos componentes da atividade cognitiva, devem-se considerar também o aspecto perceptivo, relacionado principalmente com as atividades de identificação e reconhecimento, a análise da informação (raciocínio sob todas as suas formas), etc. O aspecto mais crítico é provavelmente a memória que pode ser de curto ou longo prazo. A memória de curto termo requer de um esforço mental durante todo o período de memorização. Trata-se de uma memória ativa se comparada com a memória passiva dos computadores. Com respeito à memória de longo termo, a atividade crítica é a procura necessária para encontrar a informação desejada.

Segundo Rutenfranz (1989), as capacidades de memorização são baixas em indivíduos cansados ou com sono. Um esforço cognitivo no período que precede ao período de repouso noturno produz dificuldades no sono.

2.2.3 As contribuições da ergonomia cognitiva na concepção de sistemas de informação.

Geralmente na concepção de Sistemas de Informação (S.I.) são analisados problemas, reduzindo as soluções a uma questão de procedimento ou sequência pré - especificada de passos, afetando sua flexibilidade e adaptabilidade. Isto faz com que se torne mais difícil adaptar os sistemas de informação desenvolvidos às características humanas e da atividade, reduzindo sua eficiência.

Segundo Hoc (1988), a ergonomia pode dar uma contribuição metodológica na análise do trabalho, para extrair e analisar os conhecimentos do homem quando se quer construir sistemas computadorizados. Não se pode extrair os conhecimentos só com uma conversa muito longa. Precisa-se o emprego de uma metodologia rigorosa, que decorre da metodologia experimental. "Muitos analistas e programadores acreditam equivocadamente que podem eles mesmos, sem preparação metodológica adequada, realizar este trabalho de aquisição de conhecimento, que necessita de uma boa prática de entrevistas individuais dirigidas numa perspectiva de análise cognitiva" (Sperandio, 1989).

Assim, considerando que os sistemas de informação são ferramentas usadas por humanos, elas devem apresentar as características ergonômicas exigidas para todo software: funcionalidade, representações mentais envolvidas, diálogos facilitados, apresentação clara, lógica de utilização coerente com a lógica do usuário, linguagem natural da situação de trabalho, entre outras.

Enfim, a última etapa onde a ergonomia poderá ser útil, é na avaliação do sistemas de informação junto aos usuários, como se deve fazer para qualquer outra ferramenta.

Com relação a concepção de softwares para sistemas complexos, segundo Richard (1983) e Falzon (1989), a concepção e adaptação dos softwares às características de funcionamento do homem atende a dois aspectos:

- a adaptação às características psicofisiológicas gerais do ser humano, levando-se em conta as mais desfavoráveis situações de trabalho. Neste sentido, procura-se uma adequada apresentação das telas do sistema, evitando dificuldades na percepção visual ou na compreensão da lógica de utilização. Da mesma forma, procura-se limitar as solicitações da memória de curto termo e respeitar os estereótipos mais corriqueiros;

- a adaptação do sistema de apresentação da informação e de diálogo à dinâmica das ações do operador. Segundo Falzon (1989), este aspecto não pode ser abordado apenas a partir de uma consideração de dados e recomendações disponíveis na literatura. Ao contrário, trata-se de, para cada situação de trabalho a ser concebida, procurar meios de prever as características pertinentes da estrutura da ação futura dos operadores.

Scapin (1986), identifica as seguintes causas para as deficiências dos sistemas de informação em relação à participação do usuário:

- conhecimento incompleto sobre a tarefa a ser informatizada e sobre as características dos usuários;
- deficiente concepção e avaliação de interfaces com o usuário;
- concepção segundo uma orientação funcional em detrimento da orientação operacional.

“A ergonomia mostra-se habilitada a enfrentar estas causas pois integra dados e conhecimentos sobre o homem no trabalho com o objetivo de conceber produtos e ferramentas que proporcionem um balanço ótimo entre conforto, segurança e eficiência” (Cybis, W. apud Wisner, 1994).

Com relação à interface homem-computador, segundo Cybis apud Scapin (1994), “ela engloba todos os aspectos dos sistemas informatizados que influenciam a participação do usuário em suas tarefas”. Nela estão incluídos

:

- os dispositivos de hardware;
- as entradas e saídas de programas, sistemas e componentes;
- a arquitetura do diálogo e,
- manuais, treinamento e suporte.

Portanto, a análise ergonômica do trabalho, é necessária para estas adaptações.

A ergonomia cognitiva preocupa-se com os aspectos da atividade mental realizada pelo indivíduo. Assim, a aplicação da análise ergonômica da atividade mental visa adequar as exigências cognitivas da tarefa ao usuário. A ergonomia cognitiva permite a diminuição do esforço despendido para compreender e desenvolver a tarefa, facilitando o processo mental para a tomada de decisões e execução de determinada ação.

2.2.4 As situações de supervisão e controle de sistemas complexos e a ergonomia cognitiva.

Com relação a assistência cognitiva à atividade de supervisão e controle de sistemas complexos, pensa-se em primeiro lugar na contribuição potencial da inteligência artificial. Existem já alguns sistemas especialistas que realizam tarefas de diagnóstico ou de tomada de decisão. Pelas limitações técnicas das máquinas em relação ao homem, não é recomendável a substituição completa do indivíduo. De acordo com Sperandio (1989), uma assistência inteligente ao indivíduo para as tarefas que apresentam a necessidade de escolher um grande número de informações num tempo curto antes de tomar uma decisão,

poderá ser a escolha prévia destas informações pelo computador; o diagnóstico final e sobretudo a decisão final permanecem no operador humano.

A complexidade nos processos contínuos, segundo Keyser (1988), encontra-se no ambiente onde o indivíduo executa suas tarefas. Este é composto por:

- um sistema dinâmico temporal;
- muitas variáveis em interação;
- objetivos pouco claros e ao mesmo tempo conflitivos e,
- em certos casos, riscos elevados.

Também pode ser considerado como um fator de complexidade as características do indivíduo, principalmente a nível do sistema cognitivo.

Uma modelagem cognitiva útil, em termos ergonômicos, deve basear-se nos processos de tratamento da informação elaborados pelo indivíduo. Neste sentido, Pavard (1991), esclarece que toda condução de um sistema de trabalho, em particular do trabalho com a informação, deve ser compatível com a estrutura da atividade cognitiva do indivíduo e suas representações mentais, que eles têm usado para realizar sua tarefa.

Nos modelos cognitivos, segundo Hoc (1987), estão presentes as seguintes características:

- o comportamento do indivíduo está representado por uma seqüência de tratamentos que são geralmente: a supervisão e tomada de informação sobre o estado do sistema, a interpretação destas informações, a tomada de decisões, a planificação e execução das ações, e finalmente, a avaliação dos resultados destas ações;
- nas situações de resolução de problemas, o indivíduo funciona com níveis e tipos de conhecimento diferentes, como conhecimentos de tipo relacional e procedural;
- são preditivos a erros humanos.

Um sistema de apoio à decisão ergonômico leva em conta o nível e tipo de conhecimentos do operador. Vergara apud Rasmussen (1984,1988), apresenta um modelo do processo de tomada de decisão que considera o nível de formação e de experiência do operador. Segundo este modelo a seqüência de tratamentos é a seguinte:

- a) a ativação do operador é provocada pela necessidade de adquirir informação antecipadamente do sistema;
- b) a ativação conduz o indivíduo a observar e recolher a união dos fatos;
- c) os fatos analisados identificam o estado do sistema;
- d) a partir desta identificação, as evoluções possíveis do sistema são avaliadas em referência com as suas exigências. Isto é, a avaliação será uma função dos objetivos específicos e gerais do desempenho do sistema;
- e) em função desta avaliação, o estado objetivo do sistema é escolhido;
- f) para atender este estado objetivo, o indivíduo define uma ou várias tarefas que devem cumprir em função dos recursos e meios que têm a sua disposição;
- g) os procedimentos necessários para a realização desta tarefa são determinados, planejados e executados.

2.2.5 Análise da atividade cognitiva no trabalho: abordagem ergonômica.

2.2.5.1 Considerações preliminares.

A análise ergonômica da atividade mental permite identificar as exigências cognitivas, manifestadas pelo trabalhador ao executar uma atividade de trabalho.

A análise ergonômica do trabalho, segundo Santos (1991), é uma metodologia que permite definir o que realmente fazem os indivíduos para atingir os objetivos do seu trabalho e levantar as dificuldades que enfrentam. Geralmente o indivíduo se vale de métodos que não estão prescritos, isto pela variabilidade intra e inter individual, assim como pela variabilidade nas condições de trabalho o que exige do indivíduo a elaboração e adaptação de diversas estratégias e processos mentais para a execução da ação. Para compreender como o homem desenvolve suas atividades de trabalho, principalmente, a nível cognitivo, é preciso “penetrar” na caixa preta do cérebro humano, analisar os modos de

funcionamento cognitivo e não somente a “entrada” e a “saída” observáveis desses processos (Santos, 1991).

2.2.5.2 Objetivos da análise da atividade cognitiva no trabalho

Em síntese, os principais objetivos da análise ergonômica da atividade cognitiva, segundo Santos e Fialho (1995), Hoc (1988) e Rasmussen (1991), são:

- levantar a atividade real, formalizando as heurísticas, algoritmos e estratégias empregados durante as diversas fases da atividade, assim como as suas respectivas mudanças. Um estudo mais completo implica o levantamento dos processos cognitivos, envolvidos no desenvolvimento da atividade, de detecção da informação, de discriminação da informação, de tratamento da informação e tomada de decisão;

- mostrar os mecanismos de regulação da ação, em função das características e exigências da tarefa, das características do homem e em particular de sua experiência e formação profissional;

- levantar os aspectos críticos (erros, falhas, incidentes), condicionantes e determinantes da atividade;

- adaptar a situação de trabalho às características levantadas procurando uma maior eficiência para um menor custo humano no desenvolvimento das atividades.

Enfim, a ergonomia se interessa por tudo o que possa influenciar a atividade do homem.

2.2.5.3 Metodologia da análise da atividade cognitiva no trabalho

A análise ergonômica do trabalho é uma metodologia que permite definir melhor a realidade e as condições de trabalho.

Esse trabalhador não é somente um ente biológico que só existe como um corpo, mas que também tem dimensões cognitivas, afetivas e relacionais que estão indissociavelmente ligadas durante o desenvolvimento de sua atividade laboral (Guillevic, 1991).

Segundo Mielke (1991), para levantar a atividade ou processo mental real, é necessário compreender o que se passa na mente do operador, quando ele está executando a sua tarefa. Também, devemos conhecer seu saber declarativo e procedural e, a representação mental que ele tem de sua tarefa e dos objetos sobre os quais ele opera. O sujeito aplica regras e estratégias que ele conhece sobre as informações que está recebendo para resolver um problema.

Scapin (1986), diz que, objetivamente, a análise ergonômica do trabalho mental procura evidenciar através dos comportamentos manifestos, situações onde o sujeito recebe mais informações do que consegue tratar, ou em que recebe informações que ele representa de uma maneira que o leva a cometer erros.

Entretanto, segundo Richard (1990), as atividades mentais podem ser inferidas a partir dos comportamentos e verbalizações e podem ser simuladas pelos modelos de tratamento da informação. Elas têm, então, características que lhes permitem ser testadas empiricamente, como o conteúdo de toda teoria científica. A análise procura evidenciar, através dos comportamentos manifestos do sujeito, sua capacidade cognitiva e sua bagagem informacional para posteriormente adaptar-lhe a tarefa.

A análise ergonômica de uma situação de trabalho está constituída, de acordo com Santos e Fialho (1995), de três etapas: a análise da demanda, análise da tarefa, e análise das atividades. A análise da demanda consiste na definição do problema a ser analisado. A análise da tarefa ou trabalho prescrito, definido pela direção da empresa, compreende o estudo das condições ambientais, técnicas e organizacionais do trabalho.

Com respeito à análise da atividade, última etapa do método, esta consiste na análise do trabalho efetivamente realizado ou "real", visando compreender como o homem desenvolve sua atividade no trabalho, ou seja, como ele detecta, identifica, decodifica, representa, imagina, resolve problemas, organiza estratégias, toma decisão e age. Todavia, a ergonomia, não procura elaborar teorias que devam ser coerentes com os fatos observados. A ergonomia contenta-se com modelos, ou seja, analogias aproximadas, que diz respeito a alguns aspectos da atividade analisada.

A ergonomia, do ponto de vista metodológico, parte de uma análise de comportamento (Santos, 1991). Isto, significa que a atividade cognitiva somente pode ser conhecida através de procedimentos manifestos ou traços observáveis.

Neste sentido, pode-se classificar, segundo Santos (1991), para efeito da análise, os comportamentos do homem no trabalho em quatro grandes categorias: comportamentos não verbais espontâneos, comportamentos não verbais provocados, comportamentos verbais não provocados e comportamentos verbais provocados. A análise dos comportamentos verbais, é uma técnica que dá melhores resultados, sobretudo quando aplicado nas atividades de predominância cognitiva.

A análise dos comportamentos verbais na sua etapa inicial, segundo Guillevic (1991), tem os seguintes objetivos:

- compreender as principais características do trabalho;
- identificar a representação que o indivíduo tem da situação do trabalho e os processos colocados em ação e,
- levantar o vocabulário profissional da situação de trabalho.

Na etapa de observação sistemática as verbalizações permitem compreender melhor o desenvolvimento da atividade, principalmente, cognitiva.

Com relação às técnicas de análise dos comportamentos verbais, de acordo com Guillevic apud Ericsson e Simon e Caverni (1991), estas podem ser classificadas, em primeiro lugar, em três tipos, em função do momento em que elas são utilizadas: antecipadas, concomitantes e consecutivas

- As verbalizações antecipadas, precedem à ação e permitem, em particular, analisar a planificação e representações sobre o trabalho.

- As verbalizações concomitantes às realizações do trabalho, permitem, por exemplo, identificar que tipo de informação o indivíduo utilizou para realizar uma ação, os processos cognitivos envolvidos, etc.

- As verbalizações consecutivas são obtidas apresentando ao operador os resultados das observações ou soluções e métodos produzidos por outras pessoas. Elas podem servir como suporte para ter explicação das razões de determinadas ações. Elas permitem, também, através das entrevistas, identificar eventos ou incidentes que não ocorreram durante os períodos de observação.

Em segundo lugar, em função do grau de coação sobre as verbalizações, as técnicas podem ser classificadas, segundo Guillevic (1991), em: verbalizações informais e livres, verbalizações informais mas constrictas e verbalizações estruturadas.

- As verbalizações informais e livres, acontecem quando indicamos para o sujeito que ele pode desenvolver sua atividade normalmente e refletir em voz alta, se desejar.

- As verbalizações informais mas constritas, acontecem quando pedimos ao sujeito para pensar e raciocinar em voz alta, de dizer tudo o que se passa em sua cabeça, porém, ele não deve tentar organizar suas informações.

- As verbalizações são estruturadas quando várias possibilidades existem. Podemos pedir ao indivíduo anunciar o que ele vai fazer, justificar o que ele fez, propor outras alternativas, etc.

A coação nas verbalizações deve ser tratada com extremo senso crítico, na medida que o indivíduo pode criar condições e situações artificiais.

Por outro lado, segundo Santos (1991), os comportamentos constituídos pelas verbalizações espontâneas são “traços” muito importantes da atividade cognitiva. Infelizmente, os comportamentos verbais no trabalho geralmente devem ser provocados, devido principalmente às limitações temporais.

Para Anderson (1983), os comportamentos verbais provocados têm uma participação importante na análise da atividade. No entanto, sabe-se que as pessoas não são sempre capazes de explicar seus procedimentos de trabalho, sobretudo, quando elas desenvolvem procedimentos automáticos, ou, simplesmente, distorcem os fatos, ficando prejudicado o levantamento da atividade cognitiva.

Nesse sentido, Anderson, (1983), cita algumas técnicas complementares para evidenciar e validar a atividade cognitiva:

- apresentar ao operador situações problema, observando suas reações;

- analisar os conhecimentos prévios e fatores motivacionais;

- observar e analisar seus erros, esquecimentos, incidentes;

- levantar as informações que ele dá preferência para alcançar determinado objetivo, em que ordem e com que frequência e as informações que levam a erros;

- levantar a influência dos objetivos nas estratégias empregadas pelos operadores e a interação entre operador e sistema.

Na etapa de interpretação dos resultados da análise ergonômica, as verbalizações contribuem para a elaboração e validação do diagnóstico final. Assim, como refere Richard (1990), a percepção dos trabalhadores sobre a sua situação de trabalho é necessária na medida em que só eles detêm conhecimentos sobre:

- a variabilidade da situação de trabalho;
- os incidentes;
- as regulações do sistema;
- As exigências do trabalho não formalizado e,
- as inter-relações exigidas para consecução da tarefa.

Esses conhecimentos são indispensáveis para um diagnóstico correto e também na formulação de recomendações e projetos de mudança da situação de trabalho.

2.3 Conclusões em relação ao trabalho de pesquisa.

Neste capítulo foram apresentados, em primeiro lugar, algumas teorias e conceitos da psicologia cognitiva que tentam explicar os diversos fenômenos da cognição humana e, em segundo lugar, os fundamentos da ergonomia e seus métodos de análise do trabalho. Especificamente a ergonomia cognitiva permite adequar as condições e ferramentas de trabalho, neste caso os sistemas de informação, à atividade cognitiva humana. A análise ergonômica da atividade cognitiva se apoia nas bases metodológicas e teóricas da psicologia cognitiva

A análise ergonômica da atividade cognitiva permitiu definir critérios e requisitos para concepção de um sistema de informação e reformulação da organização do trabalho. Especificamente, a análise das exigências cognitivas do trabalho com a informação permitiram determinar que informações, em que forma e em que sequência devem ser mostradas pelo computador

Por outro lado, a modelagem cognitiva permitiu pré - determinar o comportamento dos indivíduos e inferir a atividade futura provável em uma situação de trabalho real. Portanto, a modelagem cognitiva é, também, uma ferramenta importante na concepção e implantação de sistemas de informação.

Pode-se concluir que no desenvolvimento da pesquisa é muito importante a contribuição da psicologia cognitiva e da ergonomia para levantar e compreender o trabalho a nível mental permitindo conceber e organizar sistemas de informação melhor adaptados às características cognitivas do homem, melhorando assim a eficácia e condições de trabalho.

ANEXO 1.- EXEMPLO DE RESOLUÇÃO HUMANA DE PROBLEMAS

O "brincadeira 15" é um bom exemplo que converte um problema para uma alternativa de representação, usando a nova formulação para auxiliar na resolução do problema e finalmente transportar o resultado de volta para dentro do domínio original problema. Neste jogo, duas pessoas selecionam números de 1 a 9. Cada número que foi selecionado por uma pessoa, não pode ser mais disponível para a outra pessoa. A pessoa que fizer exatamente 3 números em sua coleção que some 15 é o vencedor. Um exemplo de um jogo entre duas pessoas "A" e "B", pode :

primeiro lance : **A 5 ; B 3**
 segundo lance : **A 5, 9 ; B 3,1**
 terceiro lance : **A 5,9, 4 ; B 3,1,2**
 quarto lance : **A 5,9,4,6** ⇐ *vencedor*

Agora vamos supor a análise do jogo usando a representação ,

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 9 | 4 |
| | 5 | 3 |
| 6 | 1 | |

vencedor (A)

Colocando uma marca em cada um dos lances anteriores teremos o seguinte esquema:

| | | | |
|----------|---------|---------|----------------|
| -- -- -- | -- A -- | B A A | B A A |
| -- A B | -- A B | -- A B | -- A B |
| -- -- -- | -- B -- | -- B -- | A B -- |
| | | | vencedor é "A" |
| 1 | 2 | 3 | 4 |

Observe que no terceiro passo "A" força a vitória, o jogo é definido pela suas possibilidades de escolha em três posições, e quando dá o lance ficam desprotegidos duas posições, mas o adversário só pode proteger uma delas. A marca dos lances na figura acima representam uma das estratégias que são usadas na brincadeira 15.

3. A ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO E A ENGENHARIA DO CONHECIMENTO

Neste capítulo são feitas as considerações sobre os fundamentos teóricos relacionados com a organização do trabalho e a engenharia do conhecimento como abordagem. Primeiramente, é apresentada a evolução das abordagens organizacionais do ponto de vista da psicologia do trabalho, destacando-se as abordagens sistêmica, sociotécnica e contingencial. Em seguida, são examinados os principais conceitos e técnicas da engenharia do conhecimento na gestão estratégica do conhecimento.

3.1. Evolução das abordagens organizacionais e a influência da psicologia do trabalho.

No final do século XIX a mecanização industrial levou à necessidade de conceber de maneira racional a organização do trabalho, iniciando-se com Taylor e Fayol toda uma abordagem onde se dá ênfase às tarefas realizadas e à estrutura organizacional, na busca de maior rendimento.

Nos anos 30 deste século, é que a corrente das Relações Humanas vai marcar a participação da Psicologia do Trabalho, procurando mostrar a importância do grupo como fonte de motivação. Esta teoria passou a enfatizar a variável *pessoas* em lugar da variável *estrutura*.

Logo a seguir, nos anos 60, a corrente Sistêmica, como prolongamento da corrente das Relações Humanas, desenvolveu a idéia básica de que a melhoria das tomadas de decisão e a redução dos conflitos passa pela consideração da totalidade das relações na organização. Assim, o conflito não é considerado como intrínseco à organização, ele só existe se toda a rede de relações humanas não for considerada. Portanto a organização é considerada como um sistema.

Já, a corrente Sociotécnica, como um prolongamento da abordagem sistêmica, coloca que estas relações dos grupos referem-se a processos mentais inconscientes, além de considerar uma interdependência mútua entre as estruturas técnicas e sociais, como meio para compreender os comportamentos no trabalho.

De fato, duas grandes tendências vão marcar a influência da Psicologia do Trabalho no desenvolvimento organizacional. De um lado, a corrente Behaviorista, caracterizada por uma focalização sobre os comportamentos no trabalho e os processos que provocam estes comportamentos. Nesta corrente foram realizadas pesquisas sobre os aspectos perceptivos e motores da atividade do indivíduo, procurando determinar os gestos mais convenientes e a apresentação das

informações mais adequadas. Por outro lado, outra tendência, a corrente cognitivista, caracterizada pela análise dos processos interativos entre os atores. Dentro das abordagens da corrente cognitivista, a modelagem cognitiva é a melhor estruturada. Esta abordagem permite evidenciar e analisar as modalidades de resolução de problemas. A modelagem cognitiva aproxima os modelos psicológicos dos formalismos da inteligência artificial.

Uma breve descrição comparativa das principais abordagens da organização é realizada baseada nos seguintes parâmetros: teorias de administração envolvidas, principais representantes, ênfase, tipo de organização, conceito de organização, características básicas da forma de administração, concepção do homem, comportamento organizacional do indivíduo, sistema de incentivo, resultados esperados e críticas.

•Abordagem do racionalismo clássico.

Esta abordagem foi concebida ao final do século XIX, sendo seus principais representantes Frederick Winslow Taylor com a Teoria da Administração Científica e Henri Fayol, com a Teoria clássica da administração. As principais características desta abordagem são:

- Na linha do racionalismo clássico a organização é uma estrutura rígida e formal. O funcionamento da organização deve ser totalmente previsível, formalizada com prescrições rígidas aos membros da organização. Os princípios gerais, desta abordagem são: divisão do trabalho, especialização, unidade de comando e amplitude de controle. Tudo isso visando a máxima eficiência e correta utilização dos recursos disponíveis..

- O homem para a organização é o "homo-economicus", ou seja, um ser que reage só a incentivos monetários e materiais. Segundo este argumento o homem procura o trabalho, não porque goste dele, mas porque precisa dele.

- Por outro lado, a organização era considerada como um sistema fechado e determinístico, o que a levaria a ser inviolável. Segundo Wetherbe (1984), um sistema fechado é aquele que raramente, ou nunca, interage com seu meio ambiente para receber entradas ou gerar saídas.

- Cabe ressaltar, que a única teoria organizacional que de fato analisou o trabalho foi a organização "Taylorista". Só, mais recentemente, é que a ergonomia enfoca este ponto de forma micro-organizacional

O ponto mais crítico na Teoria Científica é o seu aspecto mecanicista explicitado pela caracterização do homem como uma peça de uma engrenagem, e não como um ser humano. Outro aspecto também criticado foi a ênfase na especialização do operário como fator de produção. Pesquisas posteriores provaram que a especialização do operário não significa aumento de produção. Outros aspectos também criticados foram a não consideração das influências do grupo no desempenho individual e a não consideração da estrutura informal. A proposta de regras e diretrizes que padronizavam e determinavam o comportamento do trabalhador na organização foi considerada bloqueadora da iniciativa e da criatividade.

•Abordagem das relações humanas.

A principal teoria da administração relacionada com a abordagem das relações humanas é a teoria das relações humanas, que iniciou-se na década dos 1930, sendo seus principais representantes Moreno, Mayo, Herzberg, Cartwright, Dubin, French, Follet, Lewin, Tannenbaum, Roethlisberger, Zalesnick.

A abordagem enfatiza as variáveis *pessoas* no lugar das variáveis *estruturas*, preocupa-se com o homem no trabalho e com os grupos em lugar de preocupar-se com os métodos de trabalho, regras e normas a serem seguidas. Com relação ao grupo mostra-se sua importância como fonte de motivação e integração das produções individuais.

O Tipo de organização é informal. A teoria das relações humanas concebe a organização como um sistema social que tem duas funções principais: produzir bens e serviços (econômico) e distribuir satisfação entre seus participantes (social). Assim, torna-se indispensável conciliar e humanizar estas duas funções, pois a colaboração humana é determinada antes pela organização informal do que pela organização formal.

O trabalho é uma atividade grupal. Os grupos informais dentro da empresa exercem grande controle sobre os hábitos no trabalho e atitudes do trabalhador individual.

Apesar, que a teoria das relações humanas não questionou os principais fundamentos organizacionais, algumas críticas indicam que ela se transformou numa forma paternalista de administração, onde, na busca de harmonia, os conflitos eram abafados, e os confrontos entre empregado e administração, ignorados.

•Abordagem comportamentalista.

Esta abordagem está relacionada principalmente com a Teoria comportamentalista. Iniciou-se em 1947, sendo seus principais representantes Simon, Lewin, McGregor, Herzberg, Likert, Maslow. A principal ênfase da abordagem, é com o processo e a dinâmica organizacional, ou seja, o comportamento organizacional. A organização é definida como um sistema de decisão, onde todos se comportam racionalmente apenas em relação a um conjunto de informações que conseguem obter a respeito de seus ambientes.

As características básicas da abordagem comportamental são: a procura de conhecimento dos mecanismos motivacionais, para poder dirigir adequadamente as pessoas (Mcgregor, Maslow, Herzberg) dentro de um sistema participativo grupal. O homem para a organização é um indivíduo tomador de decisões, baseando-se nas informações que recebe do seu ambiente, processando-as de acordo com suas convicções e assumindo atitudes, opiniões e pontos de vista em todas as circunstâncias..

O Sistema de incentivos é misto, isto é, social e econômico. Os resultados esperados, pela própria escassez de informações, é a busca de soluções satisfatórias e não soluções ótimas, ou seja, eficiência satisfatória.

As críticas à Teoria Comportamentalista são a relatividade da Teoria da Motivação Humana, que é o seu referencial. Como exemplo da relatividade dessas teorias, temos o questionamento da afirmação sobre todos os indivíduos possuírem as mesmas necessidades, e estas serem passíveis de hierarquização.

Outra crítica, é que a teoria não questiona a organização como um sistema fechado.

3.2 Abordagens modernas da organização do trabalho.

3.2.1. Abordagem sistêmica.

A abordagem sistêmica iniciou-se na década de 1960 e, está relacionada principalmente com a teoria geral de sistemas representada por Ludwig V. Bertalanffy e Kenneth Boulding e a teoria de sistemas na organização representada por Chuchman (pioneiro), Ackoff, Lawrence, Lorsch, Likert, Kast,

Katz, Kahan, Rozenweig. Esta abordagem tem ênfase no ambiente, como é representado na figura 3.1.



Figura 3.1.- Abordagem sistêmica e ambiente

A abordagem sistêmica considera a organização como um sistema aberto que é subsistema de um sistema maior. Esta é a grande diferença com relação à abordagem comportamentalista que não questionou a organização como sistema fechado.

As características básicas da sua forma de administração fundamentam-se em três premissas básicas: Os sistemas existem dentro de sistemas; os sistemas são abertos; e as funções de um sistema dependem de sua estrutura. Assim temos que:

- as organizações são parte de um sistema maior e são constituídas, pela sua vez, de partes menores, ou subsistemas. Portanto a interação entre os elementos produz um todo que não pode ser compreendido pela investigação de partes isoladas. A interdependência das partes, isto é, uma mudança em uma das partes provoca um impacto sobre as outras;

- morfogênese, significa que o sistema organizacional se modifica a si próprio. Esta é a principal característica identificadora das organizações;

- o efeito sinérgico das organizações. Existe sinergia quando duas ou mais causas produzem, atuando conjuntamente, um efeito maior do que a soma dos efeitos que produziram atuando individualmente.

Nesta abordagem, as organizações são consideradas um sistema de papéis e os indivíduos são considerados os atores que desempenham esses papéis. Os sistemas de incentivos são mistos, isto é, tanto materiais como sociais. O resultado esperado é a máxima eficiência.

Esta teoria permitiu o aparecimento e o desenvolvimento de novas disciplinas como a pesquisa operacional, a cibernética e a própria ergonomia.

Quanto às críticas, a teoria de sistemas ainda não foi alvo delas, segundo Bertalanffy (1987), isto ocorre por ser uma teoria recente e coerente com a visão estrutural - funcionalista típica dos países capitalistas de hoje.

3.2.2 Abordagem sociotécnica

A abordagem sociotécnica, na análise administrativa, estuda tanto os aspectos sociais da organização quanto os seus aspectos técnicos. Segundo Garcia, R. (1980), esta abordagem considera que existe interdependência mútua entre as estruturas técnicas e sociais. A hipótese de base desta corrente é que as relações nos grupos se referem a processos inconscientes, como, por exemplo, os mecanismos de defesa dos trabalhadores.

A abordagem sociotécnica fundamenta-se nos seguintes aspectos: considera a organização como um sistema aberto que interage com o ambiente, esta organização também tem a capacidade de autoregular-se, e, finalmente, apresenta um atributo de equifinalidade, isto é, pode alcançar um mesmo objetivo a partir de diferentes caminhos e usando diferentes recursos.

Hendrick (1991), coloca que o projeto de uma estrutura organizacional incluindo a forma de gerenciamento, envolve a consideração de três elementos-chaves da abordagem sociotécnica, que são: subsistema tecnológico, subsistema pessoal e os principais aspectos do ambiente externo. Cada um destes elementos tem sido estudado em relação ao efeito do quarto componente, ou seja, a estrutura organizacional. Com relação aos componentes, um subsistema técnico pode envolver máquinas, equipamentos e instalações. Um subsistema social pode ser conformado pelos comportamentos, as capacidades e a cultura. O ambiente externo pode ser caracterizado pelo mercado e seu comportamento, legislação, etc.

A escola sociotécnica considera, segundo Guillevic, C. (1991), que o comportamento das pessoas face ao trabalho depende da forma de organização deste trabalho e do conteúdo das tarefas a serem executadas, pois o desempenho das tarefas e os sentimentos a ela relacionados, como responsabilidade, realização, reconhecimento, são fundamentais para que o indivíduo retire orgulho e satisfação do seu trabalho.

É necessário projetar em conjunto o sistema social e a tecnologia para cada organização. Projetar em conjunto significa: definir a natureza das características fundamentais do sistema técnico e traduzir isto em tarefas e postos de trabalho que considerem as necessidades e características fundamentais dos seres humanos.

Segundo Zemke, R. (1987) pode-se formular os seguintes princípios do projeto sociotécnico:

1. Compatibilidade, necessidade de aderência entre o processo de mudança e seus objetivos. Apenas um processo participativo pode levar a uma organização participativa.
2. Mínima especificação crítica , o projeto de trabalho deve-se ater a um mínimo de prescrições, para que os trabalhadores possuam a capacidade de resposta.
3. Controle de variâncias, os desvios não programados devem ser eliminados ou controlados o mais próximo possível dos pontos de origem.

Por outro lado, segundo Garcia, R. (1980), um modelo de análise sociotécnica pode envolver as seguintes etapas:

- a) Etapa de avaliação inicial, identificando os atributos básicos do sistema produtivo, assim como, as principais características do meio ambiente.
- b) Identificação das operações fundamentais ou unidades de operação. Essencialmente as operações fundamentais caracterizam e descrevem determinadas transformações ocorridas em certos materiais ou processos de informação
- c) Identificação das variações fundamentais, isto é, qualquer desvio em relação a um padrão ou em relação a uma especificação qualquer.
- d) Análise do sistema social, levantando as características do sistema e os principais problemas e a suas causas.
- e) Determinação dos sistemas de apoio, como por exemplo: sistema de fornecedores, controle de qualidade.

- f) Especificação dos sistemas fornecedores e usuários para elaboração de políticas e estratégias
- g) Avaliação do impacto provocado por iniciativas especiais
- h) Elaboração de propostas para a mudança

Com relação às consequências da adoção da perspectiva sociotécnica, pode-se indicar três esferas para visualizar os resultados e conveniência da adoção e difusão do enfoque sociotécnico: esfera humana, esfera organizacional e esfera social.

A abordagem sociotécnica, apresenta-se como uma das estratégias mais eficazes para a sobrevivência e desenvolvimento das organizações, principalmente porque acena com possibilidades de integração e desenvolvimento social, psicológico e técnico, dos envolvidos nos processos de mudança e condução das novas “fábricas”.

3.2.3. Abordagem contingencial.

Esta abordagem surgiu de estudos que investigaram como uma mesma empresa funcionava de diferentes formas em diferentes condições. Desenvolveu-se na primeira metade da década dos 70, inicialmente nos USA e países periféricos, sendo seus Principais representantes Woodward, Fiedler, J. Thompson, Lawrence, Lorsch, Perrow.

Esta abordagem considera o comportamento probabilístico e não determinístico das organizações. As organizações são afetadas por mudanças em seus ambientes (variáveis externas). Portanto a administração não pode esperar que consumidores, fornecedores, tecnologias, agências reguladoras e outros tenham comportamento previsível. Neste sentido, considera-se que os aspectos prescritivos e normativos da organização devem ser substituídos pelo critério de ajuste entre a organização, o ambiente e a tecnologia

A abordagem contingencial leva em conta, principalmente, o tipo de tecnologia, a variabilidade das atividades, o tamanho da empresa, o ambiente econômico, industrial e político e a sua variabilidade. Dentre destes aspectos destaca-se a variabilidade das atividades, que, segundo Perrow(1967), é um elemento poderoso de contingência que deve ser levado em conta na organização do trabalho e da empresa. A variabilidade das atividades pode ser avaliada de acordo com o número de exceções ao funcionamento habitual. Também pode ser avaliada pelo grau de dificuldade encontrado pelo trabalhador para diagnosticar as variações.

Perrow evoca mais as tecnologias da informação e o saber, conferindo um lugar importante à análise das atividades cognitivas. As tarefas aparentemente mais monótonas e organizadas estritamente, exigem uma adaptação permanente dos trabalhadores às variações técnicas, de fornecimentos, ambientais, etc. Por esta razão, a ergonomia aconselha um tipo de organização menos rígida para permitir que os trabalhadores respondam a essas variações.

Com relação às críticas, temos que, por ser uma concepção recente, ainda é pouco percebida na prática da organização. Quanto aos aspectos positivos, a abordagem contingencial é considerada integrativa por absorver conceitos de diferentes teorias administrativas. Um ponto bastante favorável é que a teoria contingencial não admite conceitos absolutos, mas sim relativos.

3.3 Engenharia do conhecimento: a gestão estratégica do conhecimento.

3.3.1 Engenharia do conhecimento: definição e conceitos

Engenharia do conhecimento é definida como uma associação entre teorias e técnicas (da psicologia cognitiva, teorias do conhecimento, modelos e teorias organizacionais, modelos e técnicas de sistema de informação) que visam estruturar sistemas a base de conhecimentos susceptíveis de prolongar as capacidades humanas de percepção, aprendizagem, compreensão, resolução de problemas e execução da ação. A nível da organização permite a criação, difusão e aplicação do conhecimento de forma a obter melhores níveis de eficiência e qualidade nos produtos da empresa, mesmo num ambiente dinâmico. A tecnologia da informação é o suporte principal da engenharia do conhecimento (Tiberghien, 1989; Kolodner, 1991).

Cada vez mais, nos meios científicos, é anunciada a chegada de uma nova economia ou sociedade, referindo-se como “sociedade do conhecimento”. Drucker (1988) argumenta que na nova economia, o conhecimento não é apenas mais um recurso, ao lado dos tradicionais fatores de produção – trabalho, capital e terra – mas sim o único recurso significativo atualmente. Ele mesmo afirma que o fato de o conhecimento ter se tornado o recurso, muito mais do que apenas um recurso, é o que torna singular a nova sociedade.

Atualmente o conhecimento representa um dos mais importantes fatores de produção e principalmente um recurso competitivo. Quinn (1992) afirma que o poder econômico e de produção de uma empresa moderna está mais em suas capacidades intelectuais e de serviço do que em seus ativos imobilizados, como terra, instalações e equipamento. Assim mesmo aponta que o valor da maioria dos produtos e serviços depende principalmente de como os fatores intangíveis baseados no conhecimento podem ser desenvolvidos.

Por exemplo, um sistema elétrico sem o conhecimento suficiente para ser gerenciado eficazmente e desenvolvido absorvendo novas tecnologias, pode ficar parcialmente obsoleto e improdutivo. Um sistema complexo como a transmissão de energia elétrica envolve muito conhecimento especializado, essencial para o seu correto funcionamento. Nesta situação um modelo organizacional baseado em conhecimento pode ser muito útil.

A continuação apresentaremos, de forma muito resumida, os principais conceitos da técnica chamada de Engenharia do Conhecimento segundo Nonaka e Takeuchi (1997).

Daqui para frente a mudança vai virar tarefa de rotina. Neste sentido, não adianta formar alguns super- especialistas ou ilhas de especialização. O conhecimento tem que ser difundido e integrados os esforços dos diversos setores da empresa. A falta de difusão e integração faz com que muitas vezes exista duplicidade de tarefas, realizar trabalhos que já foram feitos, pessoas que quando vão embora levam junto com elas o conhecimento necessário para desenvolver o trabalho, anarquia administrativa e funcional, etc.

Por outro lado, nem sempre pode-se transmitir o conhecimento através de educação e treinamento, o conhecimento mais precioso não pode ser ensinado nem transmitido por métodos convencionais. De fato o aprendizado mais poderoso vem da experiência direta. Uma alternativa muito eficaz é a modelagem do conhecimento o mais representativa possível da dinâmica de sua utilização no desenvolvimento das atividades. Muitas vezes torna-se imprescindível o uso da tecnologia da informação como ferramenta de modelagem do conhecimento de maneira a facilitar o seu armazenamento, recuperação, difusão e aplicação.

Nesta época de grandes transformações pode-se dizer que “*a verdade de hoje é o erro de amanhã*”, pois tudo o que deu certo até agora, mesmo sem falhar nunca, não garante sua eficácia no tumultuado mundo atual, pelo contrário pode levar a um desastre. É necessário acompanhar as mudanças e esquecer dogmas ou regras rígidas.

Uma organização baseada em conhecimento, segundo Nonaka e Takeuchi (1997), utiliza o conceito de *força-tarefa*, assim forma equipes e aloca recursos além da estrutura hierárquica da empresa, isto é, pessoas e recursos de diferentes áreas da empresa formam a equipe de um projeto. A empresa deve ter e formalizar uma estrutura não hierárquica e auto organizada que funcionando junto com a estrutura hierárquica atinja resultados mais ambiciosos. Toda empresa tem diversas áreas de atuação e portanto contextos. Analisar os conhecimentos desde diferentes contextos ou perspectivas enriquece o conhecimento e capacita o pessoal a mudar facilmente de contexto dando agilidade e flexibilidade à empresa.

Apesar da mente humana ser extraordinária, ela é limitada em sua habilidade para compilar e analisar todas as informações necessárias que envolve uma decisão complexa. Portanto, como refere Sprague (1987), não é suficiente fornecer informações certas ao decisor, é necessário analisar, interpretar e estruturar os conhecimentos através do uso de modelos de diagnóstico, tomada de decisão e resolução de problemas adequados ao caso.

Finalmente, os conhecimentos devem ser modelados, armazenados e disponibilizados, visando o seu uso, difusão e crescimento. A empresa baseada em conhecimento (KBO) não reage só quando acontecem problemas, senão, principalmente, quando descobre oportunidades ou antecipa as coisas.

3.3.2 Modelo de auto-projeto

O modelo de *auto-projeto* ou *self-design* (termo inglês) foi formalizado por Mohrman, S., Cummings, T. (1989). Nesta época de elevado nível de competição e escassez de recursos, as organizações devem desenvolver estratégias para atingir altos níveis de desempenho. Num modelo de auto-projeto ou self-design, as empresas com alto desempenho seguem uma filosofia organizacional baseada em conhecimento para facilitar esse desempenho e alcançar múltiplos objetivos simultaneamente. Além disso, as empresas estabelecem boas relações com as coalizões de poder, administram os recursos eficientemente, se adaptam às mudanças, processam e difundem múltiplas conhecimento / informações, estabelecem equipes coerentes e eficientes, desenham estruturas e processos flexíveis e promovem o envolvimento do pessoal com a prática de mudança.

Mas as empresas têm problemas de implementação de prescrições gerais para o alto desempenho. Elas têm descoberto que inovações eficientes não podem ser simplesmente copiadas de outras organizações, as quais obtiveram sucesso. Ao contrário, implementar uma inovação requer uma análise considerável da situação, de experimentação e adaptação. O auto-projeto, encoraja as

organizações a inventarem novas abordagens e inovações feitas sob medida para as suas situações específicas, isto porque, fórmulas feitas não dão certo. O modelo deve ficar em aberto e todos os envolvidos devem participar da mudança.

Segundo Schein, E. (1982), uma das causas principais da necessidade de adaptação e inovação no modelo da mudança, junto com as diferentes condições ambientais e diferentes características das organizações, é a complexidade da natureza humana.

O auto-projeto, preocupado com essa complexidade, tem ênfase nos recursos humanos. Assim, tenta sensibilizar sobre a necessidade da mudança e envolver o pessoal no processo. Mudança é um convite para as pessoas virem em determinada direção. Na organização, a mudança está direcionada principalmente a melhorar o desempenho. Portanto, em primeiro lugar, nós teremos que saber onde queremos ir, isto é, definir para determinada organização em que consiste o “alto desempenho”. Neste sentido, deve ser desenvolvido um processo para especificar o “alto desempenho” para cada caso particular.

O modelo aborda claramente a análise e compreensão das características e comportamentos dos membros da organização como meio para dar um suporte maior ao modelo da mudança, principalmente na determinação dos valores, assim como para facilitar o processo de aprendizagem e envolvimento.

O auto-projeto evita as desvantagens das abordagens tradicionais, assim focaliza todos os elementos do modelo juntos, é um processo dinâmico e interativo, inclui os múltiplos grupos de influência dentro do processo de criação e implantação do modelo resolvendo objetivos e necessidades. Por outro lado, o auto-projeto, promove a organização de aprendizagem sob a condição de que os membros com suas habilidades e conhecimentos desenhem suas próprias melhorias.

O modelo de auto-projeto é participativo e atende mais a necessidades grupais do que individuais. Cabe considerar a opinião de alguns autores no sentido de que todo trabalho participativo tem um limite, todo mundo deve participar, mas, toda a informação não pode ser totalmente disseminada, é necessário um nível adequado de participação e comunicação.

Apesar do auto-projeto ser flexível e participativo ele requer de um suporte de liderança eficaz que coordene, oriente e integre os esforços de mudança. A eficácia dos líderes, está vinculada à situação total, “não há nenhum estilo específico de liderança que seja bem sucedido em todas as ocasiões”(Hall, 1984)

3.3.3 Aquisição de conhecimento organizacional

A aquisição do conhecimento organizacional, envolve aprender sobre conceitos e estruturas organizacionais básicas, entender a natureza das organizações, incluindo como elas interagem com seus ambientes e como seus vários componentes internos podem ser estruturados para conseguir desempenho eficiente. Esta aquisição acontece simultaneamente à execução de uma tarefa ou missão da organização

Na atividade de aquisição do conhecimento, segundo Mohrman, S., Cummings, T. (1989), devem ficar claramente estabelecidos os “inputs” necessários para o projeto, o ambiente é uma fonte importante de inputs, estes elementos externos afetam a competência da organização para desenvolver sua atividade , implementar suas estratégias, incluindo fornecedores, compradores, competidores e reguladores, outro input importante é a estratégia que é o plano de ação que define como uma organização usará seus recursos para ganhar vantagem competitiva. A estratégia determina as funções que a organização deverá desempenhar, os produtos e serviços que irá produzir e mercados que ela irá atender.

3.3.4 O Processo de Aprendizado Ativo

“Numa economia na qual a única certeza é a incerteza, a única fonte segura de vantagem competitiva duradoura é o conhecimento” (Nonaka, 1991).

A implementação e a análise dos planos de maximização de desempenho envolvem, segundo Morman e Cummings (1989) o aprendizado ativo, um processo no qual os membros organizacionais experimentam novos comportamentos, novos processos e novas estruturas para que, ao analisá-los, possam fazer as modificações necessárias e aperfeiçoá-los. Portanto, a implementação de novos planos é um processo evolutivo de aprendizado ativo envolvendo um ciclo interativo de ações, análises e ajustamentos.

Os membros organizacionais começam pelas prescrições gerais do plano e tentam com isso ensaiar estruturas, processos e comportamentos específicos. Eles subsequenteiramente aprendem como essas mudanças estão progredindo e fazem modificações necessárias tanto no plano quanto no processo de implementação. Esse ciclo de aprendizado ativo continua até que os membros tenham aprendido o bastante para implementar o plano efetivamente.

O aprendizado ativo continua muito tempo após o plano ter sido formalmente implementado e fornece aos membros o conhecimento e a habilidade

necessárias para modificar e continuamente aperfeiçoar a organização através do tempo.

É de vital importância para o aprendizado ativo um eficiente sistema de informação. Neste sentido, Drucker (1988), coloca que a mudança deve passar de uma organização de “comando e controle” para uma organização “baseada na informação”

Senge (1995), fala da criação de uma organização de aprendizagem e domínio pessoal. O indivíduo precisa flexibilizar seus processos cognitivos, isto é, aprender a aprender, potencializar seus processos criativos na aprendizagem em grupo e, também, precisa posicionar-se no mundo e estabelecer objetivos pessoais. Por outro lado, precisará compreender e administrar sua tensão criativa.

Os processos grupais devem ser cuidadosamente examinados, pois, como colocam Bowditch e Buono (1992), a coesão do grupo pode levar ao pensamento grupal (groupthink) que diminui a capacidade de tomada de decisão do grupo e cujos membros, as vezes, tendem a fechar-se para novas idéias ou valores. Outra tendência negativa é a do grupo assumir uma posição mais ousada.

3.3.5 Diagnóstico.

O diagnóstico diz respeito a avaliar como a organização está atualmente funcionando, especificamente com respeito aos valores da organização. Ele envolve a coleta de informações pertinentes, sua análise e estabelecimento de conclusões

Mohrman, S., Cummings, T. (1989), colocam que uma abordagem sistêmica da organização pode guiar no diagnóstico, mediante a elaboração de um “checklist” onde deveram ser identificados e analisados as entradas, componentes do modelo e resultados.

3.3.6 Cultura organizacional e comunicação.

A cultura organizacional, é definida por Snyder (1985) como o sistema de normas, crenças, suposições e valores que determinam o comportamento das pessoas na organização.

A cultura organizacional também tem uma influência envolvente em todos os componentes do projeto e pode limitar as alternativas consideradas. “A possibilidade de interferir na cultura da organização confere ao líder qualidades carismáticas que o torna mestre da mudança” (Bergamini, 1994). Para conseguir um processo de mudança bem sucedido deve-se facilitar uma transição gradual para novos valores e normas considerando principalmente aspectos humanos como motivação e comportamento.

Com relação à comunicação, sua importância no aprendizado conceitual e empírico ou operacional é significativa, sobretudo, como referem Bowditch, J., Buono, A., (1992), se considerarmos que a transmissão da informação é diferente da compreensão do significado dessa informação e que pessoas diferentes dão significados diferentes a coisas, eventos e principalmente conceitos, que, deveriam ser percebidos desde um mesmo ponto de vista. Portanto, não existirá uma comunicação efetiva nem aprendizado, se não somos capazes de influenciar, persuadir ou modificar o modo como as pessoas definem ou percebem determinadas situações e condições dentro da empresa.

3.3.7 Valores.

Os valores, segundo Schein, E. (1985), determinam quais tipos de modelos e resultados organizacionais são desejados ou indesejados. Eles definem o que a organização pretende com relação a o seu desempenho. Os valores também fornecem critérios para julgar: os modelos escolhidos, o comportamento e ações dos membros e os resultados do modelo organizacional.

É recomendável a negociação com os grupos com interesses na organização (stakeholders) para estabelecer valores, porém, a coalizão dominante não pode deixar de impor alguns valores, se não, ela pode perder seu poder. Segundo Mintzberg (1983), o poder é um dos componentes necessários para atingir as metas das organizações. Poder é a capacidade de afetar os resultados organizacionais.

Outra área, segundo Wisner (1988), onde os projetistas da organização precisam clarificar os valores, está relacionada com os resultados humanos na organização, tais como: satisfação no trabalho, motivação intrínseca, segurança

experimentada e auto - realização. Estes resultados são freqüentemente negligenciados, apesar que resultados humanos são muito importantes para atingir um alto desempenho e são consequência, em parte, do desempenho organizacional valorizado.

Segundo Herzberg (1987) para atingir estes resultados humanos, um dos aspectos mais importantes, é o enriquecimento do trabalho, sendo um desafio constante às habilidades do trabalhador. Este enriquecimento deve ser uma função administrativa contínua. Não todos os trabalhos podem ser enriquecidos, nem precisam ser enriquecidos. Em geral, segundo Wisner (1988), deve-se adaptar o trabalho às características do ser humano para conseguir satisfação no trabalho.

Os valores influem na motivação e comportamento do pessoal, ajudando a estabelecer o contrato psicológico, contrato que no estado atual de conhecimento das organizações, segundo Bowditch e Buono(1992), deve ser remunerativo(necessidades básicas) e normativo (realização, satisfação, etc.)

3.3.8 Comunicação e tecnologia da informação nas organizações

Segundo Bowditch e Buono (1992), o modo como um grupo ou organização são estruturados é que determina a acessibilidade e a facilidade com que seus integrantes podem se comunicar entre si.

Por outro lado, estes autores afirmam que as necessidades de comunicação e informação não são supridas pela rede formal à qual pertencem. Então surgem padrões informais ou não oficiais de comunicação. Os rumores podem trazer prejuízos consideráveis à organização que deve evita-las utilizando respostas rápidas.

Neste sentido, como refere “The Price Waterhouse (1995)”, as ferramentas da tecnologia da informação (Groupware, videoconferência, correio eletrônico, etc.) dão aos líderes a oportunidade de responder sem atraso a rumores com fatos.

Segundo os mesmos autores (1995), com a tecnologia da informação algumas barreiras serão minimizadas enquanto outras podem ser um obstáculo ainda maior na comunicação. Assim temos que, muitas vezes, quando uma pessoa fala, a outra está pensando na resposta. A tecnologia da informação estimula ao trabalhador a ser mais receptor do que emissor. Por outro lado, também, diminuem os contatos diretos entre as pessoas o que pode resultar em relações de comunicação mais “frias” e desestimulantes. Outro problema pode ser a sobrecarga de informações

pois, através da tecnologia da informação, o posto de trabalho esta 'ligado a muitos mais grupos e/ou indivíduos que na situação tradicional e com acesso facilitado.

O sistema deve diminuir as atitudes defensivas dos trabalhadores, pois é mais difícil sentir-se ameaçado por uma máquina onde as informações são mais exatas. Porém, a pessoa pode-se sentir mais controlada o que fará com que preste maior atenção às comunicações, mas isto pode trazer ansiedade.

Em outro aspecto, Bowditch e Buono (1992), recomendam utilizar canais múltiplos (audição, visão). A tecnologia da informação, segundo Dreux (1994), além da audição, visão, etc. utiliza recursos especiais no tratamento de imagens que facilitam ainda mais a compreensão. A desvantagem destes Sistemas de Informação é que não se utiliza os benefícios da comunicação face a face.

Segundo The Price Waterhouse (1995), a comunicação verbal é muito usada para criar expectativas com relação aos resultados desejados pela organização, infelizmente isto não é suficiente, tom de voz, gestos físicos e imagens freqüentemente enviam uma mensagem mais clara que as palavras solas. O líder que não tem o tempo suficiente para se comunicar, pode usar as novas tecnologias disponíveis como a vídeo conferência e apoiar as palavras com imagens, som e gestos

Muitas tecnologias podem ser utilizadas pelos líderes para comunicar suas idéias à organização de forma rápida e ampla, por exemplo, o "Groupware" permite estabelecer uma sala com equipamento eletrônico, onde os empregados podem acessar informação, espalhar rumores anonimamente, etc.

Estes sistemas permitem conectar ao pessoal da organização ao redor do mundo além de permitir acessar uma grande variedade de bancos de informação permitindo também um "conhecimento compartilhado" e portanto maiores níveis de comunicação. Iniciativas de mudança prosperam numa atmosfera ou ambiente que oferece ao pessoal tanta informação como eles desejam e precisam.

Estas tecnologias são utilizadas por muitas corporações para um acesso rápido à informação certa e para derrotar a mal informação. A Tecnologia da informação permite avaliar em menor tempo a percepção e o entendimento de nossos interlocutores, pois pedimos respostas que podem ser simultâneas e que ficam armazenadas em bancos de dados para posterior e exaustiva análise.

Grande volume de Informações sofrem menos alterações, se comunicados num sistema informatizado, pois, a comunicação é mais prática e

objetiva diminuindo as possibilidades de mal interpretação. (Informática Exame, 1994).

Finalmente, esta tecnologia, se dotada de Sistemas Especialistas facilitam a análise e compreensão dos dados, principalmente porque estes sistemas estão disponíveis o tempo todo a diferença do especialista humano e são peritos.

A tecnologia da informação facilita significativamente os processos de comunicação, porém ainda existem algumas deficiências principalmente pela falta de adaptação do homem com as novas ferramentas

Segundo Bowditch e Buono (1992), a comunicação eficaz exige uma troca de informações ativa e bidirecional, ou seja, o fluxo de informações deve dar-se não apenas no sentido vertical descendente, mas também no vertical ascendente e no horizontal. Todo indivíduo tem necessidade de participar do processo de comunicação, expondo suas percepções, questionando determinações, enfim, agregando valores pessoais ao contexto em que está inserido. Impedir esta participação significa limitar ao homem e representa portanto um reforço à alienação no ambiente organizacional.

Por outro lado, o envolvimento dos trabalhadores, constitui um reconhecimento ao valor individual, possibilitando a autodeterminação e auto-realização. Apenas permitindo ao homem atender tais necessidades, é possível o desenvolvimento da motivação.

O desempenho de uma organização está condicionado à qualidade das comunicações e relações entre as unidades que a constituem. Organizações e integrantes se beneficiarão se a interação e comunicação entre indivíduos e/ou grupos for encorajada e reforçada, as novas tecnologias podem facilitar este processo.

3.3.9 O modelo organizacional

A elaboração do modelo organizacional envolve uma série de atividades interativas. O primeiro passo, segundo Mohrman, S., Cummings, T, é a identificação dos critérios para o modelo. Neste sentido, os conhecimentos conceituais e empíricos, os valores organizacionais e os resultados do diagnóstico auxiliam na formulação dos critérios. Deve-se tentar estabelecer critérios mais operacionais. Depois, deve-se gerar uma variedade de opções potenciais e testar sua consistência em relação aos critérios identificados anteriormente.

O modelo, diz Schein, E. (1982), deve ser variável, dinâmico e maleável e nunca determinístico, pois não existe um modelo exato e correto. Ao contrário, existem muitas opções diferentes, todas capazes de propiciar um eficiente desempenho.

Numa análise crítica, cabe colocar que o modelo organizacional é criado por pessoas portanto, ele manifesta valores, crenças e percepções do indivíduo que o criou, acerca de como deve ser a organização. Neste sentido, como refere Guillevic (1991), a mudança de mentalidade torna-se complexa, uma vez que existe uma variedade de percepções acerca da realidade. O desafio aqui é fazer com que essa diversidade de percepções constitua uma única percepção conjunta acerca da realidade.

Devido que o modelo deve responder às diferentes circunstâncias que caracterizam os diferentes momentos, ele não pode ser um processo finito, senão, ele deve ser freqüentemente redesenhado. Neste ponto podemos relacionar o modelo com a teoria contingencial. Segundo Kwasnicka (1989), para os administradores contingenciais, cada situação e momento é único. Organizações deverão ser adaptativas ou sistemas temporários de mudanças rápidas.

Como colocam Bowditch e Buono (1992), o modo como um grupo ou organização são estruturados, é que determinam a acessibilidade e a facilidade com que os seus integrantes podem se comunicar entre si.

Pode-se acrescentar algumas diretrizes de Herzberg (1987), ele diz que antes de definir uma estrutura organizacional há necessidade de considerar um grande conjunto de fatores que afetam o comportamento e o desempenho dos subordinados. O desejo de independência, habilidade e motivação para assumir responsabilidades, desafios e desejo de realização influenciarão os subordinados e a forma de estruturar a organização.

3.3.10 Processo de concepção do modelo organizacional

Mohrman, S., Cummings, T. (1989), propõem algumas diretrizes gerais que podem facilitar o processo criativo de geração de novos modelos. Assim temos:

- Minimizar as limitações no modelo, pois, estas podem ser mais imaginadas do que reais, assim suposições não testadas podem indevidamente limitar os modelos considerados. Recomenda-se colocar de lado temporariamente as

limitações e criar um modelo “ideal”, o que levará a realizar mudanças mais substanciais e portanto eficazes.

- Gerar modelos múltiplos.- Os desenhistas podem expandir seus horizontes gerando alternativas múltiplas, assim, o time de mudança pode escolher um modelo entre as opções ou criar um modelo híbrido.

- Minimizar modelos específicos, pois os desenhistas devem especificar apenas aquelas características necessárias para comunicar os conceitos centrais do modelo, isto pelas seguintes razões, primeiro, a equipe de mudança deve detalhar o modelo na medida em que eles aprendam como fazê-lo funcionar. Segundo, no mundo de hoje de mudanças ambientais e tecnológicas, os modelos organizacionais devem ter uma vida curta e terceiro, porque permite aos implementadores terem alguma liberdade em fazerem o modelo sob medida para suas necessidades

3.3.11 Elaboração do modelo organizacional.

Os aspectos a serem analisados, visando a elaboração de um modelo organizacional eficiente, podem ser, segundo Mohrman, S. e Cummings, T. (1989), tarefa/tecnologia, pessoas, sistemas de informação/decisão, sistemas de recursos humanos, estrutura organizacional, normas e valores organizacionais(estratégia organizacional), os resultados, que podem ser de desempenho e relacionados com pessoas. O diagnóstico também pode estabelecer novos valores e normas na organização.

No entanto, cabe questionar, se o conjunto das atividades no trabalho, incluindo, seus respectivos processos, procedimentos, estratégias, etc., não constituem também *inputs* necessários para melhorar o modelo dos novos componentes. Em outras palavras, considerar a “tarefa como input”, pode melhorar o conhecimento e portanto o modelo organizacional

3.3.12 As relações de poder e liderança.

Falcini, P. (1993), define o poder como a força capaz de influenciar decisivamente os resultados operacionais das organizações. O conceito de poder está relacionado com o de autoridade, que, “se refere a situações onde uma pessoa ou um

grupo recebeu formalmente uma posição de liderança”(Bowditch, J. , Buono, A. , 1992).

Por outro lado Bowditch, J. e Buono, A. (1992) definem liderança como um processo de influência, geralmente de uma pessoa, através da qual um indivíduo ou grupo é orientado para o estabelecimento ou alcance de metas da organização. Tradicionalmente a liderança é caracterizada como supervisão, ao invés de gerência. Os mesmos autores colocam que é cada vez mais evidente que não há um estilo de liderança que seja mais eficaz em todas as situações, cada estilo é adequado para determinado caso.

Entretanto, Schein (1982), coloca que “a importância de reconhecer diferentes tipos de organizações dependem de diferentes tipos de autoridade e de poder, e que isso por sua vez, determina certos tipos de contrato psicológico”.

Finalmente, pode-se reconhecer que houve uma evolução histórica no uso da autoridade e do poder: partindo-se de formas mais coercitivas, passou-se para formas de autoridade mais racional-legais e normativas.

3.4 Conclusões em relação ao trabalho de pesquisa.

Nos processos de mudança na empresa por implantação de sistemas de informação, uso de novas tecnologias, produção de novos produtos, novas filosofias e políticas da empresa, etc., é necessária uma reformulação da organização do trabalho para atingir os resultados desejados.

Para conceber ou reformular a organização do trabalho baseado em conhecimento foi necessário entender o papel da psicologia do trabalho na evolução das abordagens organizacionais. Isto, permitiu compreender melhor os fundamentos e aplicação das novas abordagens organizacionais.

Na presente pesquisa foram utilizados conceitos e teorias das seguintes abordagens de organização do trabalho: abordagem sistêmica, principalmente, para analisar o fluxo de informações; a abordagem sociotécnica, para conciliar tecnologia e pessoas e a abordagem contingencial, para utilizar e integrar diferentes teorias administrativas visando aumentar a eficácia da empresa.

Cabe destacar, também, a importância da engenharia do conhecimento no desenvolvimento da pesquisa, assim, este modelo de gestão do conhecimento apoiado por conceitos sobre modelos organizacionais permitiu integrar teorias e técnicas da psicologia cognitiva, da ergonomia, conceitos e teorias organizacionais e

sistemas e tecnologia da informação visando a concepção de um sistema de informação dentro de uma nova organização do trabalho que permita a criação, difusão e aplicação do conhecimento de forma a obter melhores níveis de eficiência e qualidade nos produtos da empresa, tudo isso tendo como suporte principal a tecnologia da informação.

4. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Neste capítulo é feita uma revisão bibliográfica dos conceitos, teorias e métodos mais recentes na área de sistemas de informação, assim como das principais tecnologias da informação. Em primeiro lugar coloca-se alguns conceitos relacionados com sistemas de informação. Em seguida, é discutida a influência da tecnologia da informação nos processos de transferência de informação/conhecimento. Após uma revisão sobre os diversos aspectos relacionados com o estudo dos sistemas de informação: conceitos, uso estratégico, tipos, níveis, a organização e os sistemas de informação, seu projeto e desenvolvimento, planejamento, controle, implementação, avaliação, gerenciamento e algumas questões éticas e sociais nos sistemas de informação. Finalmente coloca-se os principais aspectos relacionados com os sistemas especialistas.

4.1 Sistemas de informação: conceitos.

Segundo L. V. Bertalanffy (1987), sistema é definido como um conjunto de elementos interdependentes, ou um todo organizado, ou partes que interagem formando um todo unitário e complexo. O mesmo autor, complementa: “do ponto de vista físico, o estado característico de um organismo vivo é o de um sistema aberto. Um sistema é fechado se nenhum material entra ou deixa-o, é aberto se há importação e exportação e, conseqüentemente, mudança dos componentes”. Esta definição abrange todos os aspectos que atuam e interagem numa organização qualquer, sendo que cada dependência da mesma é considerada como um subsistema. Os sistemas organizacionais interagem com o ambiente externo, portanto, são reconhecidos como sistemas abertos.

As empresas, como todo sistema organizacional aberto, enfrentam múltiplas mudanças que são geradas em conjunto pelas transformações que acontecem no mundo, principalmente no âmbito social, econômico e político. A reação de cada organização a estas mudanças está mais dirigida à sua sobrevivência que faz com que a eficiência e eficácia se tornem dois aspectos empresariais muito discutidos ou questionados. Segundo Bio (1996, p.21), eficácia diz respeito a resultados, a produtos decorrentes de uma atividade qualquer; relação de resultados pretendidos e resultados obtidos, e a eficiência, diz respeito a método ou modo certo de fazer as coisas; relação entre resultados produzidos e recursos consumidos. O controle destes aspectos está baseado, principalmente, num adequado suporte de informação

Segundo Wetherbe (1984), informação, do ponto de vista sistêmico, é o resultado da coleta, organização e/ou processamento dos dados. A transformação de dados em informação é a principal função de um sistema de informação. Assim

informações, a diferença dos dados, são valores que têm um significado para o usuário, e portanto, permitem a sua interpretação.

Por sua vez, Burch e Grudnitsky (1993), dizem que a informação é composta por dados colocados num contexto significativo e útil, e serve para a tomada de decisões. Neste sentido, a informação implica a comunicação e recepção de inteligência e conhecimento.

Cabe distinguir dois tipos de informação quanto à sua finalidade: informação operacional e informação gerencial. Segundo Bio (1996), a informação operacional tem por finalidade permitir que as operações continuem acontecendo dentro do ciclo operacional da empresa. A informação gerencial destina-se a alimentar processos de tomada de decisão inerentes principalmente ao planejamento, controle e avaliação de resultados. As informações gerenciais de qualidade caracterizam-se, como indica o mesmo autor, por serem:

- a) comparativas, ou seja que permitem avaliar a relação do planejado com o real ou refletir tendências;
- b) confiáveis;
- c) oportunas ou geradas em tempo hábil;
- d) de nível de detalhe adequado;
- e) relevante.

Entretanto, dentro do conceito sistêmico, os sistemas de informação são reconhecidos como um subsistema de um sistema empresarial, ou de uma organização qualquer, onde sempre existem informações.

O conceito “sistema de informação” pode ser definido, segundo Bio (1996), como um conjunto de procedimentos que coletam, processam, armazenam e disseminam a informação para apoiar a tomada de decisão, o controle e o desenvolvimento das funções organizacionais. Segundo Burch e Grudnitsky (1993), um sistema de informação está conformado estruturalmente por : entradas, modelos ou tratamentos, saídas, tecnologia, bases de dados e controles. Num sentido mais amplo, um sistema de informação está composto pela própria informação, pelo pessoal, pela tecnologia e a organização do trabalho.

Pode-se dizer, também, que um sistema de informação é composto por vários subsistemas de informação. Um subsistema de informação apresenta três etapas que conformam um ciclo:

- 1) coleta ou entrada de dados;
- 2) processamento dos dados e,

3) produção e distribuição de informações de saída.

O que interliga as atividades envolvidas nas três etapas de um sistema de informação são os procedimentos. Um procedimento, segundo Bio apud Senesieb (1996), é uma série de passos lógicos predeterminados, através dos quais todas as ações repetitivas numa empresa são iniciadas, executadas, controladas e finalizadas numa sequência cronológica. A construção de um sistema de informação, segundo Bio (1996), não pode basear-se só no levantamento de procedimentos, é necessário compreender o subsistema e seu contexto dinâmico.

Em síntese, o processamento de dados envolve a “classificação e ordenação dos dados” e “cálculos” através de procedimentos aplicados numa sequência dinâmica em função das entradas e exigências de informação. Com relação à classificação, esta é feita por meio de registros e arquivos.

Por outro lado, com a utilização da tecnologia da informação nas organizações, passou-se a utilizar, segundo Laudon e Laudon (1991), os denominados Sistemas de Informação baseados em computador ou Computer-Based Information Systems (CBIS). A tecnologia da informação é apenas uma ferramenta ou meio utilizado pelos sistemas de informação para facilitar o cumprimento de seus fins. Estas novas tecnologias permitem um melhor processamento e difusão da informação/conhecimento, mas as dificuldades de implementação são cada vez maiores exigindo constante interação da área técnica com a gerencial.

4.2 Tecnologia da informação e processo de transferência de informação/conhecimento

4.2.1 Considerações preliminares.

Pode-se perceber que assistimos a um movimento irreversível em direção ao processamento, transferência e uso da informação por meios cada vez mais avançados. Estes meios são chamados de tecnologia da informação. Esses avanços são vistos, nesta seção, sob a ótica dos possíveis reflexos nos processos de transferência de informação/conhecimento.

O processo global de difusão de informação/conhecimento e aqueles de busca e recuperação da informação têm-se alterado, significativamente, em pouco tempo, determinando uma interação direta e crescente entre os usuários e os sistemas, o que provoca uma mudança no perfil dos profissionais da informação, diminuindo a força do intermediário da informação.

No entanto, segundo Thiollent (1992) os problemas de efetividade e produtividade em matéria de informação/conhecimento, não serão resolvidos apenas pelo uso maciço de computadores, é necessário o estudo dos processos cognitivos junto com a tecnologia. Este estudo pode abranger aspectos de projeção, aprendizagem, avaliação, transferência ou difusão. No caso de transferência de conhecimento, os processos cognitivos a serem considerados dizem respeito aos modos de percepção e formas de conhecimento próprios dos pesquisadores e usuários e aos problemas de comunicação entre eles. “Os processos cognitivos que merecem ser pesquisados são relacionados com a percepção, a aprendizagem, as representações, a utilização de conhecimento na resolução de problemas, interferência entre crenças e conhecimento, aspectos sócio-lingüísticos da comunicação, etc.”

4.2.2 Transferência de informação/conhecimento e tecnologias da informação.

A seguir são abordados os principais desenvolvimentos na área de tecnologia da informação em relação aos processos de transferência de informação /conhecimento.

4.2.2.1 Bancos e bases de dados.

Segundo o Dicionário prático de microinformática (1989), as bases de dados são um conjunto de arquivos inter-relacionados e interdependentes, organizados numa sequência lógica que permita o fácil acesso por um computador. Por a sua vez, os bancos de dados são uma coleção de dados organizados que podem ser pesquisados também num modo interativo ou conversacional por intermédio de um terminal de computador, telex, etc.

Cada vez mais deverá ser difundido o uso de bancos e bases de dados, especialmente sob a forma de CD-ROM pela sua grande capacidade de armazenamento de informações multisensoriais.

Essencialmente, segundo Korth e Silberschatz (1995, p.9), existem dois tipos de bancos de dados em função da sua estruturação: banco de dados hierárquico e banco de dados relacional. No primeiro, os registros são subordinados a outros em uma estrutura de árvore, enquanto que, no segundo, a estrutura de dados está organizada em quadros, que estabelecem relações entre si.

A tendência atual é o compartilhamento e distribuição, entre usuários, dos bancos e bases de dados através das redes eletrônicas locais e globais. A possibilidade de integrar as redes de transmissão de dados, que já mantêm grandes sistemas de videotexto, permitirá, segundo a Edição Especial exame Informática (1994), dar um enorme salto qualitativo e quantitativo na difusão de informação/conhecimento, aumentando, de forma astronômica, as facilidades de acesso a uma enorme quantidade de bancos e bases de dados, tanto públicas como privadas. Além disso, será possível o acesso à distância aos acervos das grandes bibliotecas.

Porém a facilidade de acesso a quantidades enormes de informação, organizada de maneira a facilitar a “navegação” através dela, pode levar a uma verdadeira desorientação. A solução, que começa a ser apontada, segundo Cunha (1994), é a organização das informações em redes cujos nós se caracterizem por palavras “chave” ou descritores realmente significativos e representativos dos conteúdos a que se referem, em outras palavras, a indexação dos documentos ou de suas partes.

Entretanto, novas idéias vão mais longe. Considera-se que esta tecnologia se dotada de sistemas especialistas pode facilitar a análise e compreensão dos dados, principalmente porque estes sistemas estão disponíveis o tempo todo, diferentemente do especialista humano, e com conhecimento de alto nível.

O sistema especialista pode orientar e até realizar a busca de informações nos bancos e bases de dados, a desvantagem é o alto custo de desenvolvimento. Como referem Harmon e King (1988), um sistema especialista (S.E.) pode ter a capacidade de ajudar a resolver problemas difíceis, explicar resultados obtidos, aprender a estruturar e reestruturar conhecimentos, busca de informações, etc

4.2.2.2 CD-ROM.

Nos anos 80 foi lançada uma nova e revolucionária tecnologia de informação, o Compact Disc / Read Only Memory, mais conhecida como CD-ROM ou disco compacto a laser.

No CD-ROM os dados são armazenados sob a forma digital em discos. Estes discos podem fornecer informações sob a forma digital tanto de áudio (som), como de texto e imagem, inclusive em movimento. A capacidade de armazenamento desses discos é impressionante. Segundo Chaves (1991), um CD-ROM pode armazenar cerca de 680 milhões de caracteres, cada um pode conter em

média o equivalente a 1200 a 1500 disquetes magnéticos comuns, ou 740 livros completos de 256 páginas. Entretanto, o termo Read Only Memory (ROM) quer dizer que os dados são escritos de forma permanente no disco, não podendo sofrer alterações.

O armazenamento na íntegra dos documentos, considerado como uma utopia há poucos anos, evolui no sentido de tornar-se realidade através dos discos óticos (CD-ROM) que têm uma enorme capacidade de armazenamento que provocará uma transformação importante nos conceitos e técnicas de armazenamento, recuperação e transferência da informação levando a novos paradigmas.

Como refere Cunha (1994), o uso de CD-ROM, em substituição ao acesso em linha às bases de dados hospedadas nos grandes bancos de dados, é um tópico de grande discussão no momento. Por outro lado, os custos de armazenamento dos documentos com CD-ROM são significativamente menores pelo pouco espaço que ocupam e a grande capacidade para guardar informação.

O grande gargalo está nas imagens de vídeo em movimento: um CD, hoje, consegue armazenar apenas cerca de 30 segundos de imagens de vídeo de boa qualidade, não comprimidas. É necessário o aprimoramento das técnicas de compressão de vídeo.

Uma das grandes dificuldades desta tecnologia é que somente um usuário pode consultar um disco a cada vez. Esta limitação está sendo vencida pois já existem leitoras que permitem a consulta simultânea de diversos discos.

Outro tipo de disco compacto é o CD-WORM (Write Once Read Many). Esse disco permite ao usuário gravar dados uma vez e não aceita alterá-los posteriormente. Sua aplicação maior está no armazenamento de documentos.

4.2.2.3 Hipertexto.

A utilização de sistemas de armazenamento de alta capacidade como os CD-ROM viabiliza outra tecnologia: o “hipertexto”. O princípio do hipertexto é de fato lógico e simples. O sistema para armazenamento, organização, recuperação e apresentação da informação mediante ligações entre palavras, frases, pedaços de um documento ou, ainda, documentos completos, com informações de parte do mesmo documento ou de outros documentos é um sistema hipertexto, e o documento gerenciado é chamado de hiperdocumento. No sentido geral, o termo hipertexto, como assinala Cunha (1994), engloba a idéia de escrita e leitura não lineares.

Em outras palavras, segundo Pimentel (1989), num sistema hipertexto o documento é armazenado na forma de uma rede, onde os nós contêm as informações de texto, som, imagem, etc. Esses nós são consultados interativamente na tela de um computador. Embutidas no conteúdo desses nós existem ligações, ou fios da rede, que os relacionam. O conceito de hipertexto se expande nos chamados sistema hipermídia por permitir o acesso a outros tipos de informação como o som, imagem animada, etc.

Segundo Canals (1990), o conceito e utilidade do sistema hipertexto é compreendido melhor, principalmente, por quem precisa progredir no aprofundamento do conhecimento sobre o assunto estudado.

A transferência de conhecimento pode ser direta do hipertexto ao indivíduo, pois, como assinala Pimentel (1989), os sistemas hipertexto podem ser vistos como uma nova técnica de representação do conhecimento, ou de operacionalização da informação. Assim, nestes sistemas a forma pela qual a informação é relacionada com outras informações, representa uma estruturação específica desse conhecimento, o qual é utilizado para informar ao usuário, a estrutura e os pontos relevantes do problema a resolver com o conhecimento. Comparando um sistema hipertexto com um sistema especialista, podemos dizer que o primeiro informa ao usuário o conhecimento armazenado sobre um problema, enquanto que o segundo utiliza a sua base de conhecimento para resolver um problema específico.

Na organização eletrônica da documentação e da informação nela contida, janelas na tela do monitor associam-se a objetos na base de dados, e ligações são estabelecidas entre esses objetos, tanto graficamente (na forma de marcas ou sinais), quanto na base de dados (sob a forma de ponteiros).

A base de dados pode ser folheada ou consultada de três maneiras:

- a) seguindo ligações e abrindo janelas, sucessivamente, para examinar o conteúdo;
- b) procurando na rede, ou em uma parte dela, alguma palavra-chave ou atributo;
- c) “navegando” no hiperdocumento mediante o uso de um “mapa” ou “rota” que exhibe na tela, sob a forma gráfica, a estrutura da rede.

Nos sistemas de hipertexto dinâmicos, o usuário pode criar novos nós e novas ligações que podem relacionar-se aos nós já existentes.

Cabe citar algumas vantagens e desvantagens do sistema hipertexto, citadas por Pimentel (1989), sob o ponto de vista da transferência de informação/conhecimento. Com relação as vantagens temos:

- a facilidade de “navegação” estimula a pesquisa nas bases de conhecimento;
- permite relacionar diversos tipos de informação, o que aprofunda o conhecimento do aspecto estudado;
- as áreas de conhecimento que podem explorar as vantagens dos sistemas hipertexto são praticamente ilimitadas.

Com relação as desvantagens temos:

- a grande quantidade de informação pode confundir e cansar ao usuário;
- a flexibilidade de “navegação” pode fazer com que o usuário se desvie do caminho para obter a informação;
- a falta de obrigatoriedade do usuário de seguir determinado percurso complica o trabalho para implementar o sistema.

4.2.2.4 Multimídia.

O conhecimento, na perspectiva dos pesquisadores mais avançados sobre a mente humana, não é fragmentado, mas interdependente, interligado, intersensorial. Neste sentido, como afirma Moran, M. (1994), o conhecimento precisa da ação coordenada de todos os sentidos ou caminhos externos, combinando o tato, o movimento, o ver e o ouvir. Os sentidos agem complementarmente, como superposição de significantes, combinando e reforçando significados que aumentam as possibilidades de compreensão

Neste sentido, Dreux (1994), recomenda utilizar sistemas que ativem canais múltiplos, como audição e visão, para facilitar a compreensão e a comunicação. Os meios audiovisuais de difusão de conhecimento desenvolveram formas sofisticadas de comunicação. O conhecimento audiovisual, segundo Grimes e Potel (1991), facilita a compreensão do que não temos presente fisicamente ou é difícil de executar, assim este tipo de conhecimento ajuda a compreender mais facilmente conceitos abstratos e transmitir informações que pelos meios tradicionais seria quase impossível de efetuar, por exemplo, a pronuncia de uma palavra, como funciona um carro, o hino, a bandeira e mapa de um país. Com o fantástico

desenvolvimento das técnicas de computação como a multimídia, a possibilidade de combinação de imagem, texto e som se multiplica ao infinito.

Eduardo Chaves (1991) estabelece quatro características principais dos sistemas multimídia que facilitam o processo de difusão da informação/conhecimento:

- a) multimídia é sensorial por envolver mais de um sentido;
- b) multimídia é integrada, por coordenar vários meios de comunicação através do computador;
- c) multimídia é intuitiva, porque a informação/conhecimento é obtida de uma forma quase natural;
- d) multimídia é interativa, porque o usuário trabalha ativamente com as informações, buscando-as, interligando-as, construindo com elas novas informações, etc.

Os chamados sistemas multimídia resultam da integração de quatro sistemas, a saber:

- a) o sistema de hardware: microcomputadores (ou estações de trabalho), leitora de disco ótico, monitor de vídeo, tela de exibição, alto-falantes estereofônicos para saída de voz e de sons, teclado, digitalizador de imagens (scanners), mouse, etc.;
- b) sistema de armazenamento da informação: discos compactos, para armazenamento de informações textuais e gráficas, assim como das ligações associativas entre essas informações, bases de dados, discos óticos e compactos de diversos tipos (CD_ROM, CD/Interactive);
- c) softwares: sistemas de programas, integrados pelos aplicativos propriamente ditos (por exemplo: HyperCard, Guide, Hypertext) e pelas linguagens de programação adequadas (Hypertalk, Smalltalk, entre outras);
- d) sistemas de comunicação, integrado por redes locais e remotas, que permitem o acesso a outros sistemas nacionais e estrangeiros.

Trata-se, simplesmente, da possibilidade de se colocar, ao alcance de todos, um instrumento que facilitará a passagem direta do documento ao conhecimento, e ainda com a possibilidade de folhear, de ler, de ouvir e de copiar algumas “páginas” escolhidas dentre os muitos milhões de “páginas” oferecidas.

A disseminação das informações, na atualidade, com os recursos da tecnologia multimídia, é feito principalmente através de publicações, enciclopédias, dicionários, bases de dados estruturadas, etc.

A multimídia, a serviço de um projeto pedagógico que tenha como pano de fundo o aprender a aprender, possibilita, segundo Chaves (1991), a integração dos vários sentidos e das várias inteligências, mobilizando o ser humano para uma aprendizagem globalizante e multisensorial.

4.2.2.5 Rede global de computadores: Internet.

A internet foi criada em 1983 e, desde então, tem tido um grande crescimento no número de usuários a ela conectados. A diferença da rede LAN, a internet é uma rede global. A introdução da rede Internet no Brasil, por meio da Rede Nacional de Pesquisa (RNP), possibilitou o livre acesso a dezenas de catálogos em linha, a grupos de discussão entre diversos especialistas, a periódicos eletrônicos e também a bases de dados que, possivelmente, não seriam de interesse comercial e que não possuem documentação tão detalhada e didática.

As redes da informação, como a Internet, permitem conectar as pessoas ao redor do mundo além de permitir acessar uma grande variedade de bancos de informação permitindo também um “conhecimento compartilhado” e portanto maiores níveis de comunicação.

Cabe, fazer referência à Rede de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (RCT - SC), braço estadual da Rede Nacional de Pesquisa, utilizada em projetos ambiciosos como o de “Ensino a Distância” e outros.

A Internet através da RNP, oferece os seguintes serviços:

a) Correio eletrônico (E-Mail): sistema de mensagens eletrônicas que permite a comunicação, dentro e fora da organização, com pessoas e instituições.

b) Conexão remota - Telnet: Conectar-se remotamente significa ligar-se interativamente a outros computadores da rede, via o protocolo específico denominado Telnet. Isto possibilita ao usuário conectar seu computador (ou terminal) a um computador localizado em outro lugar.

c) Protocolo de transferência de arquivo (FTP): permite transferir arquivos (dados/informações) de um computador para outro. Esses arquivos podem ser, por exemplo, texto de um documento, programa de computador ou um catálogo.

d) O Netscape, é o mais recente browser para acesso a páginas de apresentação ou “home pages”. Também possibilita a transferência de arquivos.

No entanto, para acessar ou “navegar” na Internet, também, utiliza-se ferramentas como: Archie, Gopher, Veronica, WAIS, etc. (ver anexo)

A principal dificuldade na rede Internet, encontra-se na necessidade de criar bases de dados que revelem aos usuários o que está disponível e onde se localiza a informação. Segundo Moran (1994), esta indagação não permite uma resposta fácil ou de rápida implementação, pois muitos destes arquivos estão sob o controle de diversas instituições ou organismos, entretanto alguns desses arquivos são de pequeno porte e são atualizados por pesquisadores e difundidos/utilizados por especialistas.

Apesar da existência na internet de serviços para facilitar a “navegação”, a informação, muitas vezes, é de difícil acesso ou busca, principalmente, pelo uso de regras inadequadas para a representação do conteúdo da informação. Por outro lado, a busca através de simples listas, sejam elas sob a forma impressa ou eletrônica, não fazem um catálogo dinâmico, com todos os pontos de acesso e facilidades de uso.

O impacto desta tecnologia em todos os níveis da sociedade, como refere Ferreira (1994), principalmente no relacionado com a democratização da informação, são fatores que exigem um repensar na formação atual dos profissionais, especialmente aqueles ligados à informação.

4.2.2.6 Redes locais (LAN) e Intranet.

Uma rede local (Local Area Network - LAN) é um método de conectar computadores e seus periféricos, transmitindo dados em altas velocidades, dentro de uma área ou localidade restrita. O desenvolvimento das redes locais remonta ao final dos anos 60, mas a partir dos anos 80 é que o conceito de rede local teve uma explosão de divulgação comercial. Simultaneamente foram lançados, com extremo sucesso os microcomputadores.

As redes locais combinadas com os microcomputadores tornaram disponíveis a computação e o compartilhamento de recursos, informação e sistema de endereçamento de mensagens a um custo muito menor do que os antigos, baseados em sistemas de minicomputadores.

A filosofia básica das redes locais é o processamento distribuído. Suas principais vantagens são as seguintes:

a) maior economia e expansão programável: as redes locais que utilizam microcomputadores trouxeram substancial poder de processamento dentro dos orçamentos das pequenas organizações;

b) controle local: este talvez seja o fator mais importante do ponto de vista humano, isto é o usuário tem o controle completo sobre as operações realizadas. Ele pode trabalhar no seu próprio ritmo, processar os programas apropriados e se responsabilizar por quase tudo;

c) compartilhamento de recursos e conectividade: as organizações precisam compartilhar periféricos de alto custo, tais como unidades de disco, impressora a laser e sistemas de programas (correio eletrônico e-mail, sistemas de transferência de dados/textos, programas aplicativos), etc.

Entretanto, muitas empresas estão entrando na internet. Mas, também, a internet está entrando nas empresas em ritmo acelerado. Este fenômeno é denominado de “intranet”. A intranet ou rede com servidores de “World Wide Web” privados, são o que há de mais barato e poderoso para garantir uma revolução na comunicação interna da empresa, copiando o modelo da internet, mas oferecendo acesso apenas aos usuários autorizados da rede interna da organização.

Internet e Intranet são harmoniosamente complementares. Com a primeira faz-se a comunicação externa; com a segunda, a interna.

As aplicações da rede local e/ou a “intranet” que podem facilitar a transferência e utilização de informação/conhecimento, são, entre outras:

- disponibilizar informações dentro da organização;
- recuperação da informação através das redes remotas, introduzida na rede interna, reembalada e enviada ao usuário final no formato apropriado;
- desenvolvimento de bases de dados locais, cadastros, paginas e listas de leitura selecionada, possibilitando um enorme potencial de produtos e serviços informativos;
- estimular a colaboração em projetos e compartilhamento de dados;
- mediante aplicações de inteligência artificial, será possível tirar vantagem de sistemas informáticos personalizados, mais amigáveis e receptivos à base de conhecimento local;

- a utilização de “Groupware” ou software de grupo, que permite estabelecer locais, onde os usuários podem acessar informação, espalhar informação anonimamente, se comunicar, etc.” (informática exame, 1994);

- as redes internas junto a outras tecnologias da informação permitem avaliar em menor tempo a percepção de nossos interlocutores ou usuários, assim, por exemplo, podemos formular perguntas e logo armazenar as respostas em bancos de dados para posterior e exaustivo análise

Uma organização baseada em conhecimento, para a qual as empresas em geral caminham, segundo Almeida (1995), não seria possível sem a tecnologia da informação que viabiliza as comunicações de maneira rápida fácil e eficaz no interior das células de produção e ao longo do processo industrial ou de prestação de serviço.

Apesar das vantagens do uso das redes LAN e intranet, estas redes, as vezes, podem representar um obstáculo no processo de comunicação. Assim temos que, a diminuição dos contatos diretos entre as pessoas, pode resultar em relações de comunicação mais “frias” e desestimulantes. Outro problema pode ser a sobrecarga de informações, pois, através das redes, a pessoa está ligada a muitos mais indivíduos que na situação tradicional e com acesso facilitado.

4.2.3 Conclusões.

Podemos concluir que o uso adequado da tecnologia da informação vai facilitar o processo de transferência de informação e conhecimento, pois ela pode ativar com maior intensidade alguns mecanismos cognitivos do homem menos utilizados, melhorando a compreensão e o processo de comunicação. Por outro lado a tecnologia da informação, democratiza, disponibiliza e personaliza a informação.

Como toda tecnologia, as tecnologias de informação também podem provocar alguns problemas e/ou gerar novas situações de turbulências não previstas pelos gerentes responsáveis por suas implantações. A dificuldade crucial consiste em navegar entre tanta informação, em encontrar conexões, relações, em situar, contextualizar; enfim, compreender. Na medida que vão surgindo as grandes auto-estradas e outros meios eletrônicos da informação, aumenta simultaneamente a necessidade dos intermediários críticos, dos que sabem interpretar, dos que ensinam a aprender a aprender.

Assim, apesar que a tecnologia da informação viabiliza as comunicações de maneira rápida fácil e eficaz, ainda existem algumas deficiências principalmente pela falta de adaptação do homem com as novas ferramentas. Portanto, o principal desafio dos envolvidos no trabalho com a informação, é aproximar essas tecnologias dos usuários.

4.3 O sistema de informação como ferramenta estratégica.

O conceito e filosofia dos sistemas de informação têm mudado muito nos últimos anos. Inicialmente eles foram considerados como meios de poupar na utilização de papel e para acelerar o processamento das informações escritas. Atualmente os sistemas de informação são considerados como sistemas estratégicos, ou seja, segundo Bio (1996), aqueles que permitem criar e mudar os objetivos, políticas, produtos, serviços, operações internas ou relações com o ambiente das organizações e no interior dela.

Assim, os sistemas de informação podem ser estratégicos de diferentes formas, mudando a natureza dos negócios, como exemplo temos: a automação bancária e financeira que facilita a vida dos clientes; na área de vendas, se temos um sistema de informações que fale das preferências dos clientes, poderemos então satisfazer melhor as suas necessidades, criando produtos e serviços diferenciados da concorrência; sistemas internos para facilitar a tomada de decisões estratégicas, etc.

Assim, é importante que todos os trabalhadores, principalmente os que têm a ver com o gerenciamento da organização, entendam os conceitos e filosofia dos sistemas de informação na empresa, pois, segundo Burch e Grudnitsky (1993), existe uma interdependência entre as partes estratégica, executiva, operacional e os sistemas de informação. Portanto, os sistemas de informação desempenham um papel importante nas organizações em relação a sua eficiência e controle, afetando principalmente o pessoal da organização. Cabe ressaltar, que as necessidades de informação estão frequentemente mudando, assim como as tecnologias da informação disponíveis e, portanto, existe a necessidade periódica de projetar novos sistemas de informação e/ou adaptar os sistemas atuais

Atualmente, as organizações utilizam a tecnologia da informação para desenvolver novos produtos e serviços, novas formas de funcionamento da empresa, novas relações entre a organização, clientes e fornecedores. Portanto, os sistemas de informação que utilizam novas tecnologias, são considerados segundo Burch e Grudnitsky (1993), como um meio para alcançar vantagem competitiva na difícil luta pelo mercado. Esta vantagem competitiva, como referem os mesmos autores, às vezes pode ser difícil de sustentar, principalmente, porque os competidores podem

copiar os sistemas, o custo de manutenção dos sistemas é muito alto e os impactos estratégicos a longo tempo são incertos.

4.4 Tipos de sistemas de informação.

Diferentes tipos de sistemas de informação servem a diversos níveis de uma organização. As organizações, segundo Laudon e Laudon (1991), podem ser divididas em quatro níveis. O nível operacional relacionado com a eficiência de tarefas específicas e o controle de processos de produção. O nível do conhecimento relacionado com a criação e gerenciamento da informação e os produtos da informação. O nível de controle de gerenciamento é basicamente relacionado com planejamento, controle e monitoramento das atividades operacionais e o uso dos recursos da organização. O nível estratégico está relacionado com o estabelecimento de objetivos organizacionais a longo prazo e a determinação de como os recursos e atividades vão ser utilizados e controlados. Cada um destes níveis tem diferentes interesses e relações com a informação, requerendo, portanto, diferentes tipos de sistemas de informação.

Segundo Kroenke (1992, p.39) identificam-se cinco tipos de Sistemas de informação: o Sistema de Processamento de transações (SPT), Sistema de Informação Gerencial (SIG), Sistema de Apoio à Decisão (SAD), Sistema de Automação de Escritórios (SAE) e o Sistema de Informação Executiva (SIE).

Os Sistemas de Processamento de Transações servem para os níveis operacionais da organização; Sistemas de Informação Gerencial e Sistemas de Apoio à Decisão servem para os níveis de gerenciamento; Sistemas de trabalho com conhecimento e Sistemas de Automação de Escritórios servem para os níveis de conhecimento e informação; sistemas de informação executiva servem aos níveis estratégicos da organização

Os SPT, segundo Stair (1992, p.280), são sistemas de suporte, em nível operacional, às atividades do dia a dia da organização. São utilizados na automação de tarefas repetitivas e transacionais, como as de controle de estoques, contabilidade, sistemas de cobrança e pago de contas, folha de pagamento, etc. É o mais antigo tipo de sistema de informação. Os sistemas deste tipo geralmente são padronizados, isto é, que devem ser operados da mesma forma. Como eles suportam as operações da empresa, as respostas do sistema devem ser rápidas, o sistema também deve ser confiável.

Os SAE, são sistemas que apoiam principalmente a automação de escritórios. Um SAE pode ser multimídia, isto é, pode processar dados textos,

gráficos, diagramas e inclusive som e imagem. As aplicações do sistema mudam com os câmbios no trabalho relacionados, principalmente, com a comunicação entre os postos e a produção de documentos. Por outro lado, menciona-se recentemente os Sistemas que armazenam conhecimento. Estes sistemas estão dotados, geralmente, com ferramentas de inteligência artificial.

Segundo Furlan et al (1994, p.24), um Sistema de Informação Executiva é informação para uso dos executivos ou altos níveis da organização e concentra-se em problemas e oportunidades de impacto na estratégia da organização. Como exemplos de aplicação temos a avaliação de desempenho, acompanhamento de fatores críticos de sucesso. Pode-se consultar e imprimir sem permitir a manipulação de dados, pode conter níveis de detalhe.

Por último, temos os sistemas especialistas, que utilizam o conhecimento especializado dos humanos na resolução de problemas semi-estruturados. O desenvolvimento deste tipo de sistemas pode ser complexo.

Segundo Furlan et al (1994), não existe uma delimitação definida entre os tipos de sistema de informação. Isto quer dizer, que existem, principalmente, cinco tipos de sistemas de informação, que podem-se sobrepor uns com outros ou, simplesmente, podem trabalhar de forma combinada.

Assim, diversas organizações têm sistemas de informação diferentes para as mesmas áreas funcionais, devido que não existem duas organizações com os mesmos objetivos, estrutura, interesses. Portanto os sistemas de informação devem ser construídos segundo as características únicas de cada situação de trabalho ou organização. Por outro lado, as necessidades de informação estão freqüentemente mudando, portanto, os sistemas de informação devem ser dinâmicos para acompanhar e se adaptar a estas mudanças.

Os sistemas de informação gerencial e os sistemas de apoio à decisão, são os mais importantes e representativos das atuais tendências no processamento e utilização da informação. Estes tipos de sistemas de informação são discutidos, mais amplamente, a seguir.

4.4.1 Sistemas de informação gerencial.

Uma definição de Sistema de Informação Gerencial (SIG), muito aceita pelos pesquisadores, é a colocada por Hill apud Kennevan (1987). O autor diz que um sistema de informações gerenciais é aquele que fornece informação passada, presente e projetada, relacionadas com ações internas e informações externas. Ele

apóia as funções de planejamento, controle e operação de uma organização mediante o fornecimento de informação precisa, oportuna e uniforme

Segundo Bio (1996), a opinião mais comum dos gerentes, com relação aos SIGs, é que eles são vistos como “um conjunto de subsistemas de informação que constitui um sistema de informação organizacional global”. Um SIG mexe com a organização do trabalho, integra os processos de informação e permite a tomada de decisões principalmente estratégicas. Um SIG apóia principalmente processos de gerência, isto é, direção, planejamento e controle.

A meta dos SIGs era de fornecer, a todos na organização, as informações que precisam, com a qualidade necessária. Porém, os SIGs não satisfizeram as expectativas, principalmente, dos tomadores de decisão dos altos níveis. As principais razões desta insatisfação, segundo Luna apud Keen e Scoot Morton (1991), são:

- sistemas que, muitas vezes, não são flexíveis nem sensíveis às necessidades da função gerencial, principalmente por não estarem adaptados às características das atividades e dos usuários;
- os sistemas tratam problemas relativamente repetitivos e bem estruturados que usam, principalmente, dados internos relativos a determinada unidade funcional, faltando capacidade e profundidade para analisar problemas semi-estruturados ou não estruturados, em qualquer nível da organização;
- outros sistemas são construídos em estruturas inflexíveis, assim, dificilmente pode ser modificado o conhecimento armazenado no programa;
- as informações fornecidas pelo sistema, muitas vezes, provoca dúvidas nos tomadores de decisões, já que o sistema não pode explicar como obteve uma dada resposta.

Uma solução para o problema é utilizar, eficientemente, os recursos oferecidos pelas novas tecnologias da informação e, estruturar corretamente os processos da informação, baseados na análise profunda e sistemática da situação de trabalho e dos agentes envolvidos. Tudo isso, visando o desenvolvimento de sistemas de informação coerentes com o ambiente dinâmico de trabalho, com o tipo de atividade e com as características dos usuários

4.4.2 Sistemas de apoio à decisão

4.4.2.1 Conceitos e considerações iniciais.

- Tomada de decisão e sistemas de apoio à decisão.

Apesar da mente humana ser extraordinária, ela é limitada em sua habilidade para compilar e analisar todas as informações necessárias que envolve uma decisão complexa. Portanto, como refere Sprague (1987), não é suficiente fornecer informações certas ao decisor, é necessário analisar, interpretar e estruturar as informações através do uso de modelos de tomada de decisão adequados ao caso.

A tomada de decisão pode ser definida, segundo Bana e Costa (1995), como um esforço para resolver o problema dos objetivos conflituosos que impedem a existência de uma “solução ótima” . Isto conduz para a procura da “solução de melhor compromisso”, isto é, que atenda os objetivos na medida de sua importância relativa.

Uma ferramenta muito importante nos processos de tomada de decisão são os sistemas de apoio à decisão por computador (SAD). Os SAD oferecem um potencial significativo para dar assistência e aperfeiçoar a tomada de decisão gerencial. Os SAD revelam uma especial preocupação na decisão e no decisor.

Os SAD podem ser definidos, segundo Sprague (1987), como sistemas interativos por computador que ajudam, através de dados e modelos, na tomada de decisões relacionadas com problemas não estruturados ou semi-estruturados, isto é, decisões que não podem ser analisadas usando qualquer tipo de abordagem estruturada, porque o ambiente de decisão tem elevado grau de indeterminação ou incerteza.

Por outro lado, segundo Kroenke (1992), os SAD são projetados principalmente para os níveis gerenciais e/ou táticos. Geralmente estes sistemas incluem dados e modelos que descrevem o relacionamento dos dados, ou seja, podem realizar simulações, cálculos, consultas, inferências, etc. aplicados no apoio a funções de planejamento, organização, controle, e outras.

- Incerteza da decisão.

Em função do grau de incerteza, as decisões podem ser categorizadas, segundo Wetherbe (1984), como sendo: tomadas sob certeza, risco ou incerteza.

- tomada de decisão sob certeza, onde existe um conhecimento completo e preciso sobre as consequências da decisão;

- tomada de decisão sob risco, quando só podem ser identificadas as consequências possíveis e suas probabilidades de ocorrência;
- tomada de decisão sob incerteza, onde só algumas das consequências da decisão podem ser identificadas, porém suas probabilidades de ocorrência são desconhecidas.

- Formas de tomada de decisão

As formas de decisão, podem ser classificadas, segundo Shoemaker e Russo (1993), em quatro grandes grupos:

- o julgamento intuitivo, que constitui a forma de decisão mais rápida e também a mais imprecisa;
- as regras, que são formas de decisão mais claras e acuradas mas, representa de forma muito limitada a realidade, desconsiderando muitas informações relevantes;
- a importância ponderada, que identifica quais fatores são considerados mais ou menos importantes e,
- a análise de valor, que considera a relação existente entre os fatores e os objetivos chaves na análise da decisão.

- Tipos de decisões organizacionais.

Os tipos de decisão organizacional, segundo Grahl apud Keen (1992), podem ser classificados em:

- decisões estruturadas, que envolvem procedimentos padrões, repetitivos e rotineiros que podem ser aplicados automaticamente sem a necessidade de novas análises;
- decisões não-estruturadas, que não se repetem ao longo do tempo, são complexas e irredutíveis a um procedimento padrão. Este tipo de decisões devem ser tratadas heurísticamente;
- decisões semi-estruturadas, são as decisões parcialmente estruturadas e parcialmente não estruturadas. Nestas circunstâncias, assim como em decisões não estruturadas, recomenda-se desenvolver sistemas computacionais que em conjunto com o tomador de decisão permitam alcançar a eficácia desejada.

- Flexibilidade do SAD.

Mudanças no processo de decisão decorrem das mudanças nas condições ambientais, nas características da atividade ou na visão do decisor com respeito ao problema. Portanto devido a natureza das organizações, os sistemas de informação devem ser mantidos flexíveis e dinâmicos.

Luna apud Sprague (1991), faz algumas recomendações com relação à flexibilidade nos SAD:

- nem o usuário, nem o projetista podem especificar antecipadamente os requerimentos funcionais;
- o sistema estimula novo aprendizado e novas idéias que provocam a necessidade de uso de novas funções e, portanto, de adaptações do SAD;
- considerar que, o uso de SAD após decorrido algum tempo é, quase sempre, muito diferente do originalmente desejado e,
- os usuários devem acreditar na solução e serem capazes de comunicá-la a outros.

4.4.2.2 Tipos de Sistemas de apoio à decisão.

Segundo as características de funcionamento e utilização, os SAD podem ser classificados em:

a) Sistemas especialistas de apoio à decisão.

Nesta ótica, um SAD pode ser visto como um ambiente gerenciador de conhecimento, no qual, além das técnicas tradicionais de gerenciamento da informação, são incorporadas técnicas de inteligência artificial.

Sistemas especialistas ou inteligentes são úteis na análise e diagnóstico da informação, simulação de processos e tratamento da informação sob incerteza.

No caso de tomada de decisão em relação a um problema complexo, as técnicas de inteligência artificial podem fazer mais eficiente um SAD. Num problema complexo existe um volume significativo de fatores, muitos deles conflituosos entre si, e as condições ambientais mudam frequentemente. Por outro lado, existem diferentes visões de um mesmo problema em diferentes pessoas ou mudanças de visão na mesma pessoa. Assim, através da interação entre o decisor, o SAD e o ambiente, acontece um aprendizado. Este conhecimento deve poder ser

incorporado ao SAD. Tudo isso pode provocar mudanças no processo de decisão. Assim para adaptar o SAD a estas mudanças e incorporar a ele os novos conhecimentos obtidos, é recomendável o uso de técnicas de inteligência artificial pela sua melhor capacidade de lidar com este problema.

b) Sistemas interativos de apoio à decisão.

Um programa ou sistema é interativo, segundo Sweeney (1985), quando conduz parte da conversação com o ser humano que está ingressando a informação. Um computador pode ser programado para desenvolver um processo conduzido pelo homem, que pode ser um processo de apoio à decisão, fornecendo respostas e instruções, sugerindo e propondo alternativas, detectando erros, etc. Este tipo de sistema, quando apoia a tomada de decisão, pode ser chamado de “sistema interativo de apoio à decisão”. Um sistema interativo deve ser amigável para ser eficiente.

O projeto de sistemas interativos por computador, segundo Ulbricht et al (1995), deve ser baseado no conhecimento da interação do homem com seu posto ou ambiente de trabalho. Também, nas suas percepções, na cognição humana e na tarefa a ser desenvolvida.

Um sistema interativo é responsável pela comunicação entre homem e computador. Portanto estes sistemas devem ser desenvolvidos, segundo Ulbricht et al (1995), com a ajuda do usuário e considerando alguns critérios ergonômicos, indicados a seguir:

- o sistema deve respeitar a capacidade, competência, lógica e vocabulário dos usuários;
- a utilização do sistema deve ser facilmente assimilado por usuários iniciantes e intermediários, e se adaptar facilmente aos progressos dos usuários;
- ser consistente nas suas ações e respostas;
- minimizar o número de “toques” de teclas e “clicks” do mouse no desenvolvimento da tarefa;
- respostas rápidas e instantâneas;
- utilizar poucos passos no desempenho de ações bem definidas;

- realizar uma revisão constante da interação homem-sistema para garantir a melhoria constante da interface;

- os usuários não devem lembrar ou escrever informação em uma janela, para ser aplicados numa outra. Por outro lado toda a informação necessária em termos de ações sequenciais e chaves, devem ser organizadas visando a rápida resposta do usuário.

Em resumo, o sistema de informação deve ser amigável, eficiente e adaptável às mudanças.

c) Sistemas cooperativos de apoio à decisão.

Neste tipo de sistemas é incentivada a ação combinada do tomador de decisão com o sistema computacional de informação. Esta solução deve ser cuidadosamente estudada para que se encontre a combinação ótima. Com este objetivo, homem e sistemas não devem competir, senão, trabalhar em conjunto, realizando cada um a tarefa para a qual tem maior aptidão. Homens são melhores para reconhecimento e reação a situações únicas e para decidir em situações que requerem bom senso, soluções criativas e até intuição. Segundo Kraemer (1987), o computador é melhor para lembrar fatos, aplicar regras de consistência e realizar cálculos matemáticos. Com o desenvolvimento das tecnologias da informação, a participação dos sistemas computadorizados, no trabalho com a informação junto ao homem, é mais promissor.

Na prática, um SAD pode ser uma combinação de vários tipos destes sistemas.

4.4.2.3 Abordagem sistêmica do processo decisório

• O processo decisório como sistema

Bana e Costa (1995), colocam que um processo de apoio à decisão é um sistema aberto, composto dos seguintes subsistemas e componentes: o subsistema dos atores, com os seus valores e objetivos, o subsistema das ações, com suas características, a atividade de apoio à decisão, o problema a resolver e o facilitador

Portanto, entendendo-se de forma clara as principais características destes subsistemas e componentes e, como estes poderão interagir com o resto do

sistema, certamente poder-se-á auxiliar de forma significativa o desenvolvimento da atividade de apoio à decisão.

O processo decisório, segundo Roy (1985), permite atingir uma decisão final, que é o resultado de uma série de atividades anteriores de análise e reflexão, de discussão, de negociação e, principalmente, de decisões intermediárias ou "pequenas decisões".

• Principais elementos do processo decisório

O processo decisório, dentro de uma visão de sistema, pode ter cinco elementos ou componentes, definidos a continuação:

1) A atividade de apoio à decisão:

De uma maneira geral, pode-se dizer que a atividade de apoio à decisão busca dar o suporte necessário a um processo decisório. Assim, a atividade de apoio à decisão procura fornecer subsídios, recomendar abordagens e construir modelos para facilitar a tomada de decisão.

2) Os decisores:

Um indivíduo ou um grupo de pessoas serão considerados como decisores no momento em que, através de seus sistemas de valores, influenciarem na decisão resultante do processo decisório.

Porém, neste processo, segundo Bana e Costa (1995), cada decisor fica sujeito à influência dos sistemas de valores dos demais decisores e/ou do próprio ambiente onde estão inseridos e com o qual interagem. Segundo Chiavenato (1993), o ser humano tem a capacidade de modificar o ambiente, como também é modificado pelo mesmo.

3) O facilitador:

A atividade de apoio à decisão geralmente é apoiada por um especialista, que pode trabalhar só ou como responsável de uma equipe ou instituição. Ele pode ser um colaborador próximo do decisor, ou até mesmo, uma pessoa totalmente estranha, como um consultor externo contratado especialmente

para aquele fim. Esta pessoa será chamada de facilitador. No presente estudo, os decisores e facilitadores serão denominados de atores. O facilitador, segundo Zanella (1996), é um ator do processo decisório, mas de uma maneira muito particular, pois não está necessariamente ligado a esse processo através de seus sistemas de valores, embora esteja participando da decisão a ser tomada.

4) O problema.

O problema, define-se como uma questão de difícil solução. Verifica-se que, em muitos casos, o problema tratado nos processos decisórios envolve significativa complexidade, ou seja, trata-se da interação de uma série de fatores de natureza conflitante. Esta complexidade é decorrente, principalmente, da existência de aspectos qualitativos difíceis de serem comparados e avaliados e do envolvimento de diferentes pessoas que trazem consigo suas preferências e pontos de vista ou percepções próprias (subjetividade), gerando conflitos de interesses.

O desenvolvimento de modelos, abordagens, critérios e outros visam minimizar a complexidade envolvida.

5) As ações.

As ações, segundo Roy (1985, p. 55), representam uma eventual contribuição para a decisão global e são consideradas como pontos de aplicação da atividade de apoio à decisão, porque, basicamente, elas são o objeto pelo qual esta atividade se concretiza. As ações consistem em fornecer subsídios ou desenvolver processos parciais que permitam levar o processo decisório a uma decisão final.

4.4.2.4 Abordagens para o desenvolvimento de Sistemas de Apoio à Decisão.

4.4.2.4.1 Abordagens tradicionais.

Até poucos anos atrás os SAD estavam baseados, principalmente, em teorias estatísticas, em técnicas de pesquisa operacional e testes com protótipos, entre outros. Assim, os processos de tomada de decisão se fundamentavam basicamente em processos quantificáveis, devido ao não reconhecimento da necessidade de inclusão de fatores subjetivos na análise. Os fatores subjetivos são os que não podem ser expressos em unidades numéricas, como valores, riscos, etc. Segundo Bana e Costa (1995), a realidade não estava sendo representada de forma

adequada, pois não eram incorporados todos os fatores que influenciam na decisão, o que certamente induzirá a uma tomada de decisão inadequada. Neste sentido, muitas técnicas levaram em conta critérios únicos ou fundamentais, desconsiderando outros de significativa importância na tomada de decisão. Como exemplo disto, podemos citar as abordagens mono-critério e econômicas (Bana e Costa, 1995).

Nas abordagens reducionistas monocritério, procura-se construir um único critério que leve em consideração todos os aspectos relevantes de um problema, estabelecendo de imediato uma preferência global, o que, na maioria das vezes, não reflete de forma adequada a problemática em estudo.

Por outro lado, a teoria econômica e outras metodologias semelhantes estão tão atreladas aos valores econômicos, que não têm condições de lidar com valores que não possuem implicações monetárias. O tomador de decisão geralmente enfrenta um complexo sistema de componentes correlacionados. Assim, quanto melhor ele entender este sistema, melhor será a sua previsão ou decisão.

Posteriormente, quando foi reconhecida a necessidade de considerar os fatores subjetivos e múltiplos critérios, surgiu uma enorme dificuldade em trabalhar, representar e incorporar estes fatores e critérios ao processo decisório. Em resposta, foram desenvolvidas diversas abordagens, sendo as mais bem sucedidas as abordagens denominadas de multicritério.

Baseados nas colocações anteriores pode-se concluir que os processos decisórios englobam variáveis de naturezas distintas, bem como múltiplos objetivos, geralmente conflituosos entre si. Um processo decisório multicritério, é aquele que considera variáveis de diferente natureza, assim como múltiplos objetivos ou critérios no processo decisório.

4.4.2.4.2 Abordagens multicritério.

Atualmente, são muito utilizados os métodos multicritério. Estes métodos, em contraste com as abordagens clássicas de pesquisa operacional, facilitam a aprendizagem sobre o problema e sobre os cursos de ação alternativos, por permitir que as pessoas possam refletir sobre seus valores e preferências segundo diversos pontos de vista (Bana e Costa, Stewart e Vansnick, 1995).

A abordagem multicritério, de acordo com Bouyssou (1990), caracteriza-se pela construção de vários critérios utilizando vários pontos de vista.

Estes pontos de vista representam os eixos pelos quais os diversos atores de um processo decisório justificam, transformam e questionam suas preferências

A abordagem multicritério, segundo Detoni (1996), aplica-se, principalmente, em problemas complexos de natureza multidisciplinar, com diversos fatores, qualitativos e quantitativos, a serem levados em conta na análise.

Rosenhead (1994) alerta para a necessidade da exploração sistemática das possibilidades de solução da problemática. Isso sugere que as metodologias de apoio à decisão devem considerar as diferentes perspectivas das múltiplas alternativas, facilitando a interação, gerando um maior aprendizado, promovendo um sentimento de participação por parte do decisor na formulação da problemática da decisão e, finalmente, transparência de todo o processo.

• Principais técnicas multicritério

As principais técnicas utilizadas, atualmente, dentro da abordagem de multicritério, são AHP, MACBETH, MCDA e SODA.

1) AHP - Analytic Hierarchy Process.

O AHP é uma técnica de análise de decisão envolvendo múltiplos critérios desenvolvida por Saaty (1991). É a técnica mais utilizada atualmente pela sua facilidade e simplicidade.

A técnica reflete sobre a maneira pela qual a mente humana conceitualiza e estrutura um problema complexo. Quando a mente humana se defronta com um grande número de elementos dentro de uma situação complexa, ela tenta agregar esses elementos a grupos segundo propriedades comuns, isto é, quando o ser humano identifica alguma coisa, decompõe a complexidade encontrada; quando descobre relações, sintetiza; estes são os processos de decomposição e síntese. A técnica baseia-se no princípio de que para a tomada de decisão, a experiência e o conhecimento das pessoas é pelo menos tão valioso, quanto os dados utilizados.

O AHP, segundo Schmidt, A. (1995), é um método que caracteriza-se pela capacidade de analisar um problema de tomada de decisão, através da construção de níveis hierárquicos, ou seja, o problema é decomposto em fatores. O AHP parte do geral para o mais particular e concreto. Assim, os fatores são decompostos em um novo nível de fatores, e assim por diante até determinado nível.

Esses elementos, previamente selecionados, são organizados numa hierarquia descendente onde os objetivos finais devem estar no topo, seguidos de seus sub-objetivos, imediatamente abaixo, as forças limitadoras dos decisores, os objetivos dos decisores e por fim, os vários resultados possíveis, os cenários. Os cenários determinam as probabilidades de se atingir os objetivos, os objetivos influenciam os decisores, os decisores guiam as forças que, finalmente, causarão impacto nos objetivos finais.

A principal característica que leva o AHP a ter sucesso, é o poder de incluir e medir fatores qualitativos e quantitativos, sejam eles, tangíveis ou intangíveis, e a facilidade de uso. Também são consideradas as diferenças e os conflitos de opiniões. O problema da decisão está em escolher a alternativa que melhor satisfaz o conjunto total de objetivos, que traduzem de forma clara a preferência dos decisores, sem precisar construir descritores.

Entre as principais desvantagens deste método, temos:

- não estabelece as diferenças reais de valor entre os critérios;
- é um procedimento rápido de ser feito mas perde em precisão;
- pode-se desenvolver de frente para trás e de trás para frente, portanto pode-se manipular o resultado.

Apesar de suas limitações é um método científico e amplamente aceito.

2) MACBETH

O MACBETH - "Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique", é uma técnica de análise de decisão de múltiplos critérios desenvolvido por Carlos A. Bana e Costa e J. C. Vansnick (1994).

O MACBETH é um método que permite a construção de uma estrutura flexível e compreensível através do raciocínio natural e sistemático, incorporando todas as variáveis que podem influenciar na decisão e na sua repercussão, não se limitando apenas em considerar os aspectos quantitativos do mesmo.

O MACBETH permite representar numericamente os julgamentos dos decisores sobre a atratividade global das ações, unindo a representação numérica da informação, com os critérios, dentro de um modelo de avaliação global. Neste sentido, o MACBETH é uma abordagem interativa que auxilia a construção de

juízos ou medidas cardinais de julgamentos sobre o grau de atratividade entre os elementos.

3) MCDA

A técnica Multiple Criteria Decision Aid (MCDA), segundo Roy e Vanderpooten (1996), é utilizada quando o problema é complexo e envolve muitos critérios. Também, recomenda-se o método quando o problema é crítico e com crescimento do conhecimento. Considera-se que um problema é crítico quando as consequências de um erro de decisão são graves.

A técnica MCDA é considerada a mais completa, em termos de estruturação do problema, mas, por outro lado, complexa na sua aplicação.

As principais características do método MCDA são as seguintes:

a) permite organizar a complexidade. O MCDA ajuda a gerenciar a sobrecarga de informações através da organização de um problema complexo em uma estrutura compreensível. O método funciona da forma como você pensa, ao invés de forçar você a pensar da forma como ele funciona.;

b) permite incluir considerações subjetivas na estruturação dos problemas. Assim, o MCDA, é capaz de unir os pontos de vista objetivos e subjetivos, dentro de uma medida global que permite identificar qual alternativa é a mais desejável.

c) permite sintetizar informações, julgamentos e uniformizar conhecimentos.

d) O MCDA considera todas as informações simultaneamente, avaliando-as de forma conjunta, de maneira que as conclusões alcançadas reflitam os sentimentos do decisor.

O MCDA, permite mostrar:

- quais critérios foram usados na tomada de decisão;
- que critérios foram considerados mais importantes;
- qual a importância relativa de cada critério;
- as diferenças reais de valor entre os critérios;
- qual a melhor alternativa segundo cada critério.

4) Metodologia SODA

A análise e desenvolvimento de opções estratégicas(Strategic Options Development and Analysis- SODA) é uma abordagem para auxiliar, principalmente, a consultores ou facilitadores a ajudar a seus clientes envolvidos com problemas complexos. Para a estruturação destes problemas, segundo Rosenhead (1989), a principal ferramenta utilizada, nesta metodologia, são os “mapas cognitivos”.

A Metodologia SODA, segundo o mesmo autor, procura fazer com que o facilitador atue como um mediador eficaz para a tomada de decisão em grupo e que auxilie na construção de um modelo que pertença ao grupo, mas, que contenha todas as considerações individuais de cada decisor ou ator.

4.5 Sistemas de informação e organização.

4.5.1 Considerações gerais.

As organizações adotam sistemas de informação para atingir metas tanto no ambiente interno como no externo à empresa. Segundo Yong (1992), principalmente, as metas de aumento de produtividade e qualidade estão relacionadas à adoção destes sistemas. Ao mesmo tempo os sistemas de informação devem ser projetados para servir as necessidades organizacionais.

Um sistema de informação, segundo Albertin (1996), não pode ser concebido sem compreender as características da organização e seu contexto, no qual o sistema vai residir.

O desempenho do modelo organizacional da empresa afeta o desenvolvimento do sistema de informação. Um sistema, desenvolvido sobre uma estrutura ou modelo organizacional que apresenta problemas, pode ter, segundo Bio (1996), resultados negativos ou até mesmo inviabilizar o projeto do sistema de informação. Muitas vezes é necessário reformular o modelo organizacional junto com a elaboração do projeto de sistemas. Reformular o modelo organizacional também envolve revisar as políticas, objetivos e valores da organização.

Assim, a introdução de um novo sistema de informação, segundo Albertin (1996), vai afetar a estrutura organizacional da empresa, os seus objetivos e políticas, o projeto do trabalho, os valores da empresa, a concorrência entre diferentes grupos dentro da empresa, a tomada de decisão e o comportamento do dia a dia dos indivíduos.

Algumas características da organização que devem ser consideradas no desenvolvimento de sistemas de informação, segundo Laudon e Laudon (1991, p.136), são: os objetivos, políticas da organização; o nível organizacional em que vai atuar o sistema de informação; a estrutura organizacional; os tipos e características das tarefas; os sentimentos e comportamento dos futuros trabalhadores, entre outros. Também pode-se mencionar as características profissionais dos trabalhadores, compreender como suas mentes e processos cognitivos funcionam; os aspectos financeiros e o ambiente da empresa, com relação a mercados, concorrência, situação econômica, legislação e política governamental.

Por outro lado, Alperstedt e Monteiro apud Bloomfield e Coombs (1995), indicam que, com a introdução da informática e especificamente dos sistemas de informação, há uma tendência à diminuição da hierarquia e maior delegação de responsabilidades nas estruturas organizacionais.

Entre outros impactos dos sistemas de informação na organização, podem ser destacados: a divisão do trabalho baseada no conhecimento (Keen, 1991), a eliminação de níveis hierárquicos médios (Rosseti e Dezoort, 1989), eliminação de tarefas repetitivas e rotineiras, criação de novas atividades ligadas à introdução da informática, deslocamento de funções (Teixeira, 1992). A implementação de um sistema de informação é frequentemente mais difícil do que o previsto devido às mudanças organizacionais requeridas na empresa.

4.5.2 O modelo sócio-técnico e sistemas de informação

Diversas pesquisas sugerem uma forma sociotécnica para aproximar o modelo de sistema de informação da mudança organizacional. O modelo socio-técnico, segundo Bostrom e Heinen (1977), aponta ao desenvolvimento de sistemas de informação, combinando a eficiência técnica com a sensibilidade organizacional e necessidades humanas, visando a satisfação no trabalho e conseqüentemente um adequado desempenho. O processo deste tipo de modelo enfatiza que a participação dos indivíduos deve afetar o novo sistema. O plano do modelo estabelece objetivos humanos para o sistema visando o aumento da satisfação no trabalho.

A proposta de soluções técnicas são comparadas com a proposta de soluções sociais. Assim temos soluções sócio - técnicas. Sistemas de informação com compatibilidade de elementos técnicos e organizacional, segundo Hendrick (1991), podem elevar a produtividade sem o sacrifício humano e com metas sociais.

Com relação ao sistema social, segundo Bio (1996, p.174), além das relações decorrentes das tarefas e a estrutura organizacional, ocorrem outros

relacionamentos de caráter informal que são inerentes à própria natureza humana. Este sistema informal, tem sua origem na necessidade da pessoa humana de conviver com os demais seres humanos. O sistema informal deve ser considerado nos processos de mudança na organização.

4.6 O processo de desenvolvimento de sistemas de informação

4.6.1 Análise e projeto de sistemas de informação: os aspectos humanos e a organização do trabalho.

Existem muitas maneiras de se construir sistemas, sendo que existem múltiplas aplicações específicas para as que podem se construir. A construção de um sistema de informação ocasionará uma mudança organizacional na qual estarão envolvidas muitas pessoas e pode levar muitos anos no caso de sistemas complexos.

Os principais fatores que influenciam a função de análise e o projeto de um sistema de informação são, segundo Bio (1996), entre outros: a estrutura da organização, suas metas, políticas e estratégias, as necessidades de informação do usuário, os problemas e oportunidades identificados, a seleção da tecnologia apropriada, o projeto de trabalho e as mudanças necessárias. Neste sentido, um sistema de informação envolve muito mais do que hardware, ela também inclui a tarefa, pessoas, gerência, e organização.

A consideração de diversos fatores envolvidos, gerou a abordagem dos sistemas sócio-técnicos. Nesta abordagem, Bostrom e Heinen (1977), afirmam que as tecnologias precisam ser entendidas em termos de seu relacionamento total com as pessoas e organizações. Novos sistemas de informações são sistemas sócio-técnicos que envolvem os elementos técnicos e sociais para fins de formação de uma entidade única. Dentro desta filosofia, não se pode instalar uma nova tecnologia sem considerar as pessoas que devem trabalhar com ela. Novos sistemas significam novas formas de trabalho da organização e mudanças organizacionais planejadas

Neste sentido, segundo Laudon e Laudon apud Grupo de Sistemas da T.R.W. (1991, p.509), os sistemas devem ser sensíveis aos estilos de trabalho dos usuários. A técnica do grupo de sistemas, chamada de engenharia do usuário, utiliza a psicologia, sociologia e antropologia para identificar os hábitos de trabalho dos usuários, estratégias utilizadas para o desenvolvimento da atividade, métodos de aprendizagem, preferências ,etc. A equipe procura compreender como as mentes e processos cognitivos funcionam e como eles podem utilizar a informação automatizada

Especificamente, segundo Marmaras, Spyros e Lambro (1991), na construção de sistemas para apoiar a tomada de decisão em situações complexas, muitos problemas e falhas nos sistemas são observados (Woods 1987, Berry and Broadbent 1987, Gould 1987, Kidd and Cooper 1985), isto, pode ser devido à não consideração dos aspectos cognitivos relacionados com o desempenho da atividade, os estilos e estratégias dos tomadores de decisões, a quem estes sistemas estão dirigidos, os processos completos de resolução de problemas e tomada de decisão.

É necessário pesquisar o comportamento mental para projetar sistemas baseados em situações da vida real e não em modelos teóricos difíceis de serem testados. Woods e Hollnaguel (1987) sugerem que a chave para uma efetiva aplicação da tecnologia da informação é conceber, modelar, projetar e avaliar a “união” do sistema cognitivo homem-máquina. A construção de um modelo explicativo do comportamento do trabalhador resulta, segundo Bernard e Cangue (1991), da confrontação de um modelo de comportamento provável e de um modelo de comportamento observado.

A construção de sistemas envolve mudanças no trabalho, na gerência e na organização da empresa. Assim, na perspectiva sócio-técnica, segundo Hendrick (1991), os construtores de sistemas têm responsabilidades gerais organizacionais e técnicas. Em primeiro lugar responsabilidade pela qualidade técnica do sistema de informações, envolvendo principalmente os fluxos e tratamentos de informação e processos de decisão; responsáveis em assegurar que os processos são automatizados, eficientes e altamente precisos, além de estar provistos de uma adequada filtragem dos dados.

Em segundo lugar responsáveis por uma interface ergonômica com o usuário, isto é, o conjunto de softwares e instrumentos que permitem aos usuários interagir, amigavelmente e diretamente, com os sistemas de informação. A terceira responsabilidade dos construtores de sistemas é o impacto geral do sistema de informação na organização. Finalmente os analistas e construtores de sistemas têm uma responsabilidade gerencial no projeto e implantação do sistema de informação. Os analistas de sistemas e os projetistas agem como arquitetos dos sistemas, trabalham perto com os usuários para assegurar que os sistemas estão cumprindo as exigências dos usuários e que possam ser controlados facilmente por eles.

Entretanto, os construtores de sistemas tem iniciado a exploração de procedimentos ou metodologias alternativas de desenvolvimento de sistemas que podem resolver estes problemas. Eles estão procurando por ferramentas e metodologias que possam reduzir o tempo, o custo, e a ineficiência na especificação de exigências, para o projeto de sistemas de informação. Procuram metodologias que possam fazer ou aproveitar mais as habilidades e os talentos dos usuários finais,

e reduzir a necessidade de especialistas em processamento de dados. O uso de protótipos, pacotes de software de aplicações, e desenvolvimentos do usuário final, são as principais alternativas não tradicionais de construção de sistemas.

Atualmente, se diz que existe uma reduzida necessidade de habilidades de programação convencionais. Muitas vezes, os profissionais de sistemas devem gastar mais tempo com os usuários e trabalhar junto com eles.

O dicionário prático de microinformática (1989), define o termo protótipo como uma versão inicial de um sistema, ou parte de um sistema, que permite que o usuário e projetista tenham uma visão mais realista do sistema, o que facilita a sua implantação definitiva. Mas, a intenção, é que a função dela seja, somente, um projeto preliminar com que se possa experimentar. Neste sentido, um protótipo será estendido e aperfeiçoado consecutivamente, antes que o projeto final seja aceito. A construção de protótipos permite determinar exatamente o que a organização precisa.

A versão aprovada do protótipo se torna um protótipo operacional. Com o uso de protótipos, todo o processo de desenvolvimento do sistema se torna mais rápido, mais interativo e informal do que é com a metodologia de desenvolvimento convencional.

No desenvolvimento de protótipos muitas ferramentas são utilizadas como relatórios, documentos, testes, etc., muitos deles são insuficientes e muitos outros tem certas limitações, por exemplo, pacotes prontos que devem se adaptar a um determinado sistema, com a finalidade de diminuir custos e tempo na aplicação do sistema. Os pacotes ficam benéficos ou vantajosos quando a sua aplicação é mais específica ao objetivo principal do sistema. Eles tem uma confiabilidade maior, pois, eles são testados e bem elaborados para logo ser lançados no mercado. Porém, muitos pacotes para a implantação de sistemas específicos para uma empresa, ainda, estão sendo desenvolvidos pelo usuário final. Isto, é devido às múltiplas aplicações específicas de cada empresa.

Os pacotes principalmente devem contar com uma flexibilidade aceitável, muitas vezes até o ponto de poderem ser modificados, a sua interface deverá ser amigável com o usuário, de tal forma de poder ser utilizado facilmente e o custo dele deve ser aceitável.

Na análise da organização, segundo Bio (1996), devemos ressaltar principalmente os seus pontos fracos, para que no processo de desenvolvimento sejam considerados e evitem perdas e gastos desnecessários e, conseqüentemente, poder desenvolver sistemas mais eficientes a essa organização.

Finalmente, pode-se dizer que no processo de desenvolvimento de sistemas de informação antes dele ser iniciado é preciso pré-estabelecer alguns padrões a serem seguidos, tendo como principal alvo a organização específica à qual servirá. Neste sentido, Albertin, A. (1996), elaborou um quadro das variáveis que deveriam ser consideradas no processo de desenvolvimento e implementação de sistemas de informação nas organizações. Ditas variáveis têm sido estudadas e confirmadas continuamente em diversos trabalhos de pesquisa como de consultoria empresarial. As variáveis assumem diferente importância em função do ambiente organizacional e tecnológico e dos seus valores nestes ambientes, porém o grau de inter-relação entre as variáveis é muito elevado e, portanto, todas devem ser consideradas.

As variáveis são apresentadas no quadro 4.1 classificadas dentro de três categorias: cenário, atores e planejamento da intervenção.

| Categorias | Variáveis |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| Cenário | História da organização |
| | Estratégias de negócio |
| | Importância do projeto |
| | Conflitos |
| | Recursos |
| Atores | Apoio da alta gerência |
| | Patrocinador |
| | Equipe |
| | Usuários |
| | Capacitação |
| Planejamento da intervenção | Impactos sociais |
| | Estratégia da intervenção |
| | Prevenção |
| | Esclarecimento e envolvimento |
| | Disseminação e desmistificação |

Quadro 4.1 - Variáveis do processo de desenvolvimento e implementação de Sistemas de Informação (Albertin, 1996)

4.6.2 Metodologias de desenvolvimento de sistemas de informação.

Existe uma grande diversidade de metodologias de desenvolvimento de sistemas de informação, mas todas têm uma estrutura básica comum. As metodologias mais representativas deste conjunto são as seguintes:

- Metodologia básica de desenvolvimento de sistemas de informação.

Esta metodologia básica está baseada, principalmente, nas abordagens de Bio, Sergio (1996), Rebouças de Oliveira (1993), Burch e Grudnitsky (1993) e complementada com as abordagens de Laudon e Laudon apud Grupo TRW(1991) e Wetherbe (1984). Dá-se ênfase, principalmente, na parte de definição do sistema e análise da situação existente.

- Fases da metodologia

• Primeira fase: definição do sistema de informação.

- Definir metas, objetivos, planos e políticas da organização.
- Levantamento genérico da situação existente e análise inicial.
- Identificação das necessidades dos usuários, problemas e oportunidades existentes e principais fluxos de informação.
- Justificar o motivo de realização do trabalho.
- Definir os recursos humanos e materiais disponíveis.
- Definição dos objetivos e alcance do sistema de informação.
- Viabilidade do sistema.
- Estabelecer uma equipe de projeto e estimar os recursos (humanos, tecnológicos e financeiros)
- Realizar o planejamento estratégico de desenvolvimento do sistema de informação.

• Segunda fase: Levantamento e análise detalhada da situação existente

- Análise do trabalho no sistema objeto, assim como de seu contexto: aplicação das ferramentas adequadas numa abordagem sistêmica.
- Levantamento das tarefas, atividades, principalmente, os processos humanos de tratamento da informação: algorítmicos, heurísticos e decisórios;
- Levantamento das necessidades de informação dos usuários.
- Identificar os problemas existentes em relação às exigências das atividades e avaliar a necessidade de mudanças organizacionais.
- Definição de objetivos e políticas do SIG congruentes com os da empresa;
- Definição e ponderação das forças do projeto: fatores humanos, interface, integração, forças competitivas, necessidade e qualidade da informação, fatores organizacionais, requisitos de custo e eficiência e requisitos de viabilidade.
- Definição dos requisitos e amplitude do sistema;
- Reformular o planejamento do trabalho, metodologia e recursos empregados

• Terceira fase: Desenvolvimento do modelo conceitual.

- Estudo e avaliação de alternativas de solução.
- Decomposição do sistema em subsistemas e/ou blocos de construção. (pode-se utilizar a abordagem sistêmica e diagramas entidade - relacionamento) ;
- Características dos dados: padronização, propósito, modo e formato da transmissão;
- Fluxos de informação;
- Processamento da informação (modelos);
- Reestruturação organizacional .
- Avaliação do modelo.

• Quarta fase: Projeto e desenvolvimento detalhado do sistema

- Definição pormenorizada de dados de entrada, ciclos de procedimentos, relatórios ou saídas.
- Projeto do sistema de processamento: arquivos-modelos-fluxos, definição de programas.
- Programação, compilação e testes de programas.
- Testes do sistema.
- Elaboração dos manuais de usuários e material de treinamento.
- Documentação do sistema.

• Quinta fase: Implantação

- Realizar treinamento.
- Providências físicas e organizacionais.
- Operação.

- **Sexta fase: Acompanhamento.**

- Avaliação do desempenho do sistema e realizar os ajustes necessários.

- **Metodologia de desenvolvimento de sistemas de informação orientado a objetos de D. A. Taylor**

D. A. Taylor (1995), ressalta a necessidade de processos e sistemas de informações adaptáveis na organização, que possibilitem maior flexibilidade e que enfatizem mudanças graduais. Propõe, portanto, a “**engenharia convergente**” que se caracteriza por um único sistema integrado, ou seja, a convergência entre os sistemas de negócios e de software.

A base da engenharia convergente é o desenvolvimento de modelos de software ao invés de aplicativos. Esses modelos desempenham três funções:

- representação, da estrutura e dos processos da organização de maneira uniforme;

- simulação, isto é, projeções de operações futuras, incluindo necessidades de recursos e fluxo de caixa, além da análise das consequências de possíveis mudanças;

- execução, execução de operações em tempo real, garantindo que estas sejam realmente executadas conforme o modelo.

Como os modelos nas organizações são complexos, a solução é o agrupamento que requer, primeiramente, um padrão representativo do todo e, segundo, que os itens dentro de um agrupamento não possam interagir diretamente com os de outro. Os grupos, portanto, devem ser encapsulados.

Para a construção de sistemas baseados em modelos, esta metodologia utiliza linguagens orientadas por objetos. Nela, cada objeto ou conceito do mundo real é representado por um objeto de software, assim como toda a informação e comportamento associados a ele. Assim, é possível a reprodução do comportamento empresarial fazendo os objetos desempenharem seus papéis dentro do modelo. Nesta linha, torna-se necessário um maior entendimento sobre objetos.

- **Objetos, Classes, Métodos e Variáveis.**

As definições, a seguir, estão baseadas nos trabalhos de Taylor (1995) e Pecego (1996).

Considera-se classe a definição genérica para objetos semelhantes, sendo estes enquadrados como a instância daquela classe.

Os objetos contém métodos e variáveis. Entende-se por métodos as sequências de instruções do computador que permitem ao objeto conduzir ações. Já variáveis são os locais onde as informações podem ser guardadas. Esses dois elementos compõem a classe do objeto.

Três relações básicas dão as conexões que unem os objetos em padrões significativos: especialização, colaboração e composição. A especialização diz respeito à divisão da classe em subclasses, formando uma hierarquia de classes. Como a subclasse herda todos os métodos e variáveis definidos na classe, se uma classe não contém esta definição ela procura ascendentemente seu caminho pela hierarquia até encontrá-la.

Os objetos enviam mensagens entre si para pedir serviços (interface de serviços). Nesta linha, a mensagem especifica o objeto receptor, nomeia o serviço desejado e adiciona valores específicos (parâmetros), que podem ser necessários para que o receptor atenda a requisição. Todavia, cabe ressaltar que a maneira como uma mensagem é manuseada é definida integralmente pelo objeto que a recebe, o que permite que um único serviço seja executado de várias maneiras (polimorfismo).

Na medida em que a maioria dos objetos de negócios contém outros objetos, esses são denominados objetos compostos, e os objetos que eles contém são conhecidos como objetos componentes. Como os objetos compostos contém referências de seus objetos componentes em vez de conter os próprios objetos, um objeto pode aparecer como um componente em qualquer número de objetos compostos (múltiplas composições).

Outra característica desta metodologia é a sua composição fractal. Um padrão fractal é aquele que exibe semelhanças próprias em múltiplos níveis. Um objeto fractal, neste sentido, é um tipo especial de objeto composto que contém instâncias de sua própria classe como componentes, o que permite que objetos serviço percorram toda uma estrutura complexa sem programação adicional.

Cabe ser ressaltado ainda que em toda linguagem comercial de objetos há uma classe coleção predefinida que é projetada para conter grupos de outros objetos. Coleções oferecem serviços padrão para a adição, recuperação e remoção de objetos e elas podem aumentar ou diminuir seus tamanhos automaticamente com

base no número de objetos que estão mantendo em dado momento. Essas alterações não afetam o software nem desperdiçam os recursos de computação.

4.7 Sistemas Especialistas

4.7.1 Conceitos e características.

Os sistemas especialistas são ferramentas computacionais baseadas em conhecimento e ajudam as pessoas a analisar problemas e a tomar decisões.

Como referem Harmon e King (1988), um sistema especialista (S.E.) pode ser caracterizado como um sistema que reproduz e explora os conhecimentos fornecidos por especialistas em determinadas áreas de conhecimento. Estes especialistas humanos têm a capacidade de resolver problemas difíceis, explicar resultados obtidos, aprender a reestruturar conhecimentos, etc. Os S.E. por sua vez, com a tecnologia disponível atualmente, são bem mais limitados, eles procuram mimetizar a solução dos problemas e são capazes de explicar só alguns aspectos ligados à solução encontrada. Estes problemas são difíceis de serem representados, pois os especialistas têm dificuldades em explicitar o seu modo de raciocínio de uma maneira analítica.

As primeiras aplicações dos sistemas especialistas se desenvolveram principalmente na área médica especificamente em diagnósticos e como material didático. Atualmente está-se aplicando num campo maior de áreas de conhecimento principalmente no apoio à operação em salas de controle de processos industriais diversos com algum nível de automação.

Especificamente na engenharia de produção, segundo Belhot e Moccasin (1989), temos algumas aplicações, sendo as mais difundidas na área de controle de qualidade nas atividades de controle estatístico do processo e seleção de gráficos de controle; na seleção e aplicação de métodos de pesquisa operacional; na área de planejamento e controle de produção, nas funções de programação da produção, controle de estoque e planejamento da capacidade e finalmente na área de projeto do produto e da fábrica nas funções de movimentação de materiais, estabelecimento de especificações e layout de máquinas.

Com relação às características dos sistemas especialistas, estas podem ser melhor entendidas se comparadas com as características do homem, conforme o quadro 4.2.

| Especialistas Humanos | Especialistas Artificiais |
|------------------------------|----------------------------------|
| criativos | sem inspiração |
| adaptativo | ensinado |
| Experiência sensorial | estruturas simbólicas |
| foco aberto | foco estreito |
| senso comum | conhecimento técnico |
| perecível | permanente |
| difícil transferir | fácil transferir |
| difícil documentar | fácil documentar |
| imprevisível | consistente |
| caros | relativamente barato |

Quadro 4.2 - Características do homem vs. características dos sistemas especialistas. (Waterman, 1985)

4.12.2 Estrutura básica de um sistema especialista

No que diz respeito à estrutura básica de um S.E., ela é composta, segundo Neto (1988), por uma base de conhecimento, um mecanismo de inferência e a interface com o usuário.

A base de conhecimentos contém dados (fatos do sistema) e regras (fatos condicionais) ou outra representação destes fatos, isto é, contém o conhecimento adquirido sobre um certo domínio que é representado de uma forma específica.

Em segundo lugar temos o mecanismo de inferência, que são procedimentos gerais que controlam o uso da base de conhecimento, na procura de uma solução para um problema ou na tomada de decisão, suas características dependem do tipo de representação de conhecimento utilizada. O mecanismo de inferência, também contém módulos de diálogo, de coleção de dados, módulo global que registra o status e histórico do problema em determinado ponto da execução e um módulo explicativo. Alguns autores, separam os módulos mencionados do mecanismo de inferência. Em termos gerais, a máquina de inferência é responsável pela busca e organização das informações junto à base de conhecimento

Existem alguns métodos de organização e busca, esta busca pode realizar-se em duas direções : para frente (partindo de dados iniciais chegar à solução) e para trás (a partir da solução encontrar o processo de solução)

Entre os principais métodos de busca, segundo Rabuske, R.(1995 p. 35) temos:

- busca horizontal, onde os nós da árvore são examinados nível a nível; pode ser implementado utilizando uma estrutura de fila para a estrutura de fila para armazenar os nós.

- busca vertical ou em profundidade, que caracteriza-se pela expansão do último nó gerado; pode ser implementado utilizando uma estrutura de pilha para armazenar os nós.

- busca heurística, usa o conhecimento do problema para achar a solução.

Por último temos a interface com o usuário, componente do sistema que é responsável pela comunicação entre o usuário o sistema. É através desse diálogo que o sistema solicita as informações necessárias e é através dele também que o usuário pode ter acesso ao processo de raciocínio empregado pelo sistema.

Esse diálogo permite ao usuário inquirir o sistema sobre porque são necessárias determinadas informações ou solicitar que o mesmo explique suas afirmações/recomendações (mecanismos de explicação e justificativa)

A interface com o usuário deve ser projetada de forma a ser simples e de fácil entendimento. A utilização de mecanismos de ajuda e menus hipertexto, contribuem para tornar a interface mais objetiva.

Vários outros recursos poderiam ser citados, como a possibilidade do sistema aceitar respostas múltiplas do usuário, inclusive com a incorporação de fatores de certeza, aspectos que aumentam a flexibilidade do sistema e portanto sua eficiência.

- Diferença com os programas convencionais

A diferença básica é que os SE manipulam conhecimento e os programas convencionais manipulam dados. Assim os programas convencionais representam e usam dados, os SE representam e usam conhecimento, os programas convencionais têm tratamentos de informação algorítmicos, utilizam processos repetitivos e manipulam grandes bases de dados, os SE tratam a informação de forma heurística, utilizam processos de inferência e manipulam grandes bases de conhecimento.

4.7.3 Raciocínio humano na resolução de problemas.

O processo de resolução de problemas por parte dos humanos, considera frequentemente informações de natureza qualitativa e portanto imprecisa

Estes processos são realizados através de raciocínio ou inferência que consiste na produção de novas informações a partir das informações existentes na memória, ou seja, os conhecimentos e as informações procedentes da situação.

Pode-se, segundo Fischler e Firschein (1987, p. 84), enquadrar o raciocínio humano em três categorias quanto às estratégias de solução: raciocínio dedutivo, indutivo e analógico

a) Raciocínio dedutivo: num sistema computacional baseado em regras a conclusão é herdada das premissas, através de uma cadeia dedutiva, a essência desta cadeia é a manutenção da validade ou consistência

- Formalismo do raciocínio dedutivo:

- Lógica clássica.

Luis é analfabeto

Analfabeto não sabe ler \vdash Luis não sabe ler.

- Lógica simbólica ou booleana.- símbolos e suas interrelações, negligenciados pela lógica clássica, são tratados através de operadores.

Ex. $P \& (Q \vee R) = (P \& Q) \vee (P \& R)$

- Lógica proposicional.- trabalha com proposições (afirmações, negações) que podem ser "V" ou "F", além de classes e relações entre objetos e operadores.

b) Raciocínio indutivo: Consiste em, partindo de um subconjunto amostral, tentar encontrar alguma generalização ou abstração que descreva um conjunto de dados e extrapolar para um conjunto mais amplo. O formalismo computacional do raciocínio indutivo, apresenta como alternativa o raciocínio probabilístico, mais especificamente o formalismo Bayesiano e de Dempster-Shafer.

$$P(H/E) = \frac{P(E/H) \cdot P(H)}{P(E)}$$

c) Raciocínio analógico : No raciocínio analógico tenta-se traçar uma correspondência entre os elementos e o funcionamento de dois sistemas distintos, enquanto um dos sistemas é bem entendido o outro é o que se deseja conhecer.

Ex. Reservatório de água e eletricidade:

| | | |
|--------------------|---|-------------|
| força da água | ↔ | tensão |
| quantidade de água | ↔ | corrente |
| canal | ↔ | resistência |

Formalizá-lo é converter algum problema dado na sua forma correspondente

Em geral a informação submete-se a processos de detecção, discriminação e interpretação, o que nos permite a elaboração de respostas. Enquanto ao controle do tratamento ou processo, pode ser de vários tipos: por conceitos (acontecimentos), controle por dados ou sinais, por programas (procedimento pré-determinado).

4.7.4 Etapas na construção de sistemas especialistas.

Com relação às etapas de desenvolvimento de sistemas especialistas, segundo Neto (1988), um processo geral está constituído pelas seguintes etapas: a) identificação do problema; b) análise das características do problema e aquisição do conhecimento; c) representação do conhecimento; d) elaboração do protótipo; e) teste e avaliação do protótipo; f) projeto final; g) implementação; h) validação por meio de testes de campo; i) entrega e suporte aos usuários finais. Cabe ressaltar, que quando necessário, deve-se realimentar e reformular cada etapa do processo.

A **Identificação do problema** é uma importante atividade que consiste em analisar a natureza do problema resolvido por especialistas, verificando sua possibilidade por meio de SE. Tem-se a idéia básica que os SE tem uma aplicação melhor em problemas que utilizam o raciocínio humano, e problemas onde existam alternativas de caminhamento e escolha para se chegar mais rapidamente ao objetivo.

A **aquisição do conhecimento**, inicia-se, geralmente, com o engenheiro de conhecimento ou analista entrevistando exaustivamente o especialista em um determinado domínio de aplicação.

Algumas das principais técnicas para extração de conhecimento a partir de especialistas são:

- **Do ponto de vista da Ergonomia,** segundo Hoc (1988), a ergonomia pode trazer uma ajuda metodológica na análise do trabalho, para extrair e analisar os conhecimentos do operador quando se quer construir um S.E., baseada principalmente na análise dos comportamentos verbais e os não verbais, tanto os provocados pelo analista, assim como os espontâneos.

- **Observação local.-** Assistir ao especialista resolver problemas reais.

- **Discussão de problemas.-** Explorar o tipo e dados, conhecimentos e procedimentos necessários para resolver problemas específicos.

- **Descrição de problemas.-** Solicitar ao perito que descreva protótipos de problemas para cada categoria de perguntas do domínio.

- **Análise de problemas.-** apresentar ao perito uma série de problemas reais para ser resolvida com todos os passos de raciocínio.

- **Refinamento do sistema.-** Testar a solução de uma série de problemas usando regras adquiridas nas entrevistas.

- **Verificação do sistema.-** Solicitar ao perito que examine e critique o protótipo do sistema, regras e estrutura de controle.

- **Validação do sistema.-** Mostrar os casos resolvidos pelo perito e o sistema protótipo para outros peritos.

Geralmente no desenvolvimento de S.E. são analisados os problemas, reduzindo sua solução a uma questão de proceder a uma sequência pré-especificada de passos, afetando sua flexibilidade e adaptabilidade. Isto faz com que se torne mais difícil adaptar os sistemas especialistas desenvolvidos às características humanas e da atividade, reduzindo sua eficiência.

4.7.5 Organização e representação do conhecimento.

É um processo que transforma os objetos e interações do mundo real em representações abstratas

A representação ou codificação do conhecimento, é uma das tarefas principais na construção de Sistemas especialistas, porque através dele o sistema realiza inferências, diagnósticos e tomada de decisões. Segundo Harmon e King (1988), as maneiras mais comuns de representar o conhecimento são : frames, regras de produção, redes semânticas e expressões lógicas. Outras formas de representação mais modernas são a "lógica difusa", "redes neurais" e algoritmos genéticos

• **Frames.**- Os frames, estão constituídos por objetos, que representam entidades físicas ou conceituais. A descrição de cada objeto é feita mediante "slots". Slots, são espaços a serem preenchidos com valores de atributos ou características do objeto. Assim os slots podem armazenar valores, sendo que na ausência deles podem ser assumidos valores "default". A seguir, exemplifica-se este tipo de representação de conhecimento.

| Objeto: Transformador. | |
|-------------------------------|----------------|
| Atributos | Valores |
| Capacidade | 25 MVA |
| Código | T T 3 |
| Estado | Ligado |

Quadro 4.3 - Exemplo de “frame”.

• **Regra de Produção.**- Segundo Waterman (1985), a regra de produção, é a maneira mais popular de representação do conhecimento. São expressas em sentenças do tipo SE - ENTÃO. Num sistema especialista as regras de produção representam fatos, alternativas de ação ou diretivas, recomendações, etc. Elas adicionam novos fatos à base de conhecimentos, realizam inferências e conduzem o processo até chegar a uma conclusão sobre o problema tratado.

SE (antecedente)

ENTÃO (consequente)

Os antecedentes correspondem "às condições" (premissas) e os consequentes "às ações" (conclusões). Durante a execução do sistema, uma regra de produção cuja parte da condição é satisfeita pode disparar, isto é, pode ter sua parte de ação executada pelo sistema de controle.

- **Rede semântica.**- é um método de representação do conhecimento baseado em estruturas de rede Rabuske (1995). Foi desenvolvido para uso como modelo psicológico da memória humana, mas agora é um método de representação

para sistemas especialistas. A rede semântica consiste de pontos chamados nós conectados por elos chamados *arcos* descrevendo as relações entre os nós. Esta estrutura constitui um grafo dirigido valorado. Os nós representam entidades, objetos, conceitos. Já os *arcos* (valorados) estabelecem uma relação entre os nós. Os *arcos* podem ser considerados como predicados.

• **Representação por lógica.**- Foi um dos primeiros esquemas de representação usado em IA, tem dois ramos importantes interligados. O primeiro é a consideração de "o que pode ser dito", que relações e aplicações podem formalizar os axiomas de um sistema. O segundo é a estrutura dedutiva, as regras de inferência que determinam o que pode ser inferido de certos axiomas que estão agrupados para serem verdadeiros. Esta é mesma lógica estudada por Boole, Frege e Russel.

O Cálculo de Predicado de primeira ordem (CCPO), como refere Rich e Knight (1993), é um ramo da lógica que tem tido grande utilidade em sistemas especialistas. O CCPO é uma extensão das noções de cálculo proposicional.

Ex: 1) $\forall (x) \text{ Matéria_Prima}(x) \rightarrow \text{Compra}(x)$
 2) $\forall (x) \text{ Produto_não_fabricado}(x) \rightarrow \text{Matéria_Prima}(x)$
 3) $\forall (x) \text{ Compra}(x) \rightarrow \text{Preço}(x)$.

4.7.6 Imprecisão em sistemas especialistas

Entre as principais formas de imprecisão, segundo Rabuske (1995, p. 204), temos:

Incerteza.- Se dá quando o especialista não pode afirmar com absoluta certeza que a regra em questão ocorre invariavelmente.

Exemplo: Carro quase novo que não acende:

| Motivo | Fator de Certeza |
|--|------------------|
| - Falta de combustível | 0.7 |
| - Descargou a bateria | 0.4 |
| - Sujeira na bomba de combustível..... | 0.5 |

A incerteza é tipicamente tratada de forma numérica, baseada em probabilidades.

- **Difusão.-** Ocorre quando as informações são descritas qualitativamente. Nestes casos, a imprecisão está relacionada ao grau de pertinência de objetos ou categorias de classificação (alto aproximado, quente, etc.). Este tipo de informação é de difícil entendimento para sistemas computacionais.

Exemplo: Crédito a cliente:

- Bom ingresso
- Boas referências
- Contato positivo.

A principal abordagem neste tipo de imprecisão é a teoria das possibilidades, fundamentada na teoria difusa.

- **Incerteza e Difusão.-** Em determinadas situações os dois tipos de imprecisão podem ocorrer simultaneamente em Sistemas Especialistas.

Ex:

Não sei as propriedades do novo material.

4.7.7 Quando é possível desenvolver um sistema especialista.

Um sistema especialista pode ser desenvolvido, segundo Waterman (1985), quando cumpre com os seguintes requisitos:

- A tarefa não requer bom senso;
- A tarefa requer somente especialização cognitiva;
- Os especialistas podem articular seus métodos;
- Existem especialistas genuínos;
- Os especialistas concordam sobre a solução;
- A tarefa não é muito difícil nem pobremente entendida.

Por outro lado, justifica-se o desenvolvimento de um sistema especialista quando: A solução da tarefa tem um grande retorno, existe especialização humana sendo perdida, especialização humana é escassa, especialização humana é necessária em muitos locais ou em ambientes hostis.

4.7.8 Escolha de ferramentas de desenvolvimento.

Para escolher as ferramentas de desenvolvimento de sistemas especialistas, Harmon e King (1988), colocam as seguintes considerações:

- Algumas ferramentas podem ser inapropriadas para o problema em questão, sendo importante substituí-las logo que isto for detectado.
 - Geralmente, o engenheiro de conhecimento pega a ferramenta que lhe é mais familiar.
- É decidido desenvolver o sistema numa linguagem procedural porque será menor, potável e mais rápido.
- Somente quando o sistema especialista alcança um estágio onde o principal problema é a velocidade, considerar linguagens de nível inferior.
 - Evitar ferramentas em desenvolvimento.

4.8 Conclusões em relação ao trabalho de pesquisa.

Na concepção de um sistema de informação eficiente e adaptado às características humanas é necessário considerar e avaliar o potencial dos modernos recursos da tecnologia da informação para o processamento, transferência e utilização do conhecimento/informação. Neste trabalho de pesquisa foram consideradas, principalmente, as seguintes tecnologias da informação: banco de dados, hipertexto, multimídia e hipermídia, redes de computadores (internet e intranet). Estas tecnologias permitem lidar eficientemente com o conhecimento.

Por outro lado, no existe um tipo ideal de sistema de informação para determinado processo. Geralmente, no desenvolvimento de um sistema de informação são utilizados uma combinação de "tipos" de sistemas de informação como sistemas de informação gerencial, sistemas de apoio à decisão, sistemas de supervisão e controle e sistemas especialistas. Neste estudo, principalmente, na formulação do modelo conceitual de sistema de informação foi importante a contribuição teórica das áreas de sistemas de apoio à decisão e sistemas especialistas. Com relação aos sistemas especialistas, estes têm um papel importante no trabalho com o conhecimento / informação, pois permite que o computador libere o homem de alguns processos mentais com a informação como tratamento, seleção, classificação, armazenamento, recuperação e comparação de informações. Um sistema especialista para tomada de decisão (sistema híbrido) também apoia o homem na elaboração de diagnósticos, avaliações, tomada de decisões, etc. O sistema especialista como ferramenta de apoio ao homem é eficiente. Substituir totalmente ao ser humano é um risco muito grande, pois, comparado com o homem, este tipo de sistema computacional ainda apresenta importantes limitações.

A implantação de Sistemas de informação, quase sempre, deve vir acompanhada de mudanças importantes na organização do trabalho ou sofrer o risco de não atingir as metas ou resultados desejados. Nesta pesquisa a reestruturação

organizacional está orientada a otimizar o trabalho com conhecimento / informação por ser este o recurso "chave" nos processos da empresa moderna

Finalmente, foi revisada literatura recente sobre as principais metodologias de desenvolvimento de sistemas de informação que serviram como base na elaboração de procedimentos metodológicos que visam adaptar os sistemas de informação às características da atividade cognitiva do homem no desenvolvimento do seu trabalho efetivo.

TERCEIRA PARTE – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.

Neste capítulo são descritos os métodos, técnicas e estratégias utilizadas, dentro da sequência de desenvolvimento do trabalho. A pesquisa baseou-se na análise de uma situação de trabalho que envolve a operação e controle de um sistema complexo. No desenvolvimento da pesquisa foram utilizadas diversas metodologias de análise e modelagem da atividade..

5.1 Considerações gerais.

Para uma melhor compreensão dos procedimentos metodológicos, eles estão estruturados dentro de uma sequência de etapas de desenvolvimento. Cabe indicar que no processo real de desenvolvimento da pesquisa algumas etapas ou partes delas se sobrepõem.

Por outro lado, os métodos e técnicas utilizadas no estudo são explicadas mais detalhadamente nos capítulos da revisão bibliográfica (capítulos 2,3 e 4).

O estudo foi realizado baseado num Caso-Estudo. A situação de trabalho estudada é o Centro de Operação do Sistema da CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina). O objetivo principal do estudo é a concepção, a nível de modelo conceitual, de um sistema de informação de apoio à operação e controle do sistema de transmissão elétrica.

5.2 Etapas dos procedimentos metodológicos.

Os procedimentos metodológicos, utilizados no presente trabalho, são apresentados dentro de uma estrutura de desenvolvimento (ver figura 5.1), descrita a seguir:

5.2.1 Fundamentação teórica.

Realizou-se uma revisão bibliográfica direcionada pelo desenvolvimento do estudo. Também foram estabelecidos os significados dos termos no contexto da pesquisa.

Finalmente, novas pesquisas bibliográficas, em função do desenvolvimento do estudo, permitiram redefinir a metodologia.

5.2.2 Levantamento das características e funções do sistema técnico.

O trabalho de supervisão, controle e operação do sistema de transmissão elétrica da CELESC é realizado nos Centros de Operação do Sistema (COS), utilizando um sistema técnico que está sofrendo um processo de automação.

Nesta etapa, foram levantados os aspectos mais relevantes do sistema técnico relacionados com os objetivos da pesquisa. Foram descritos o Sistema de Transmissão Elétrica e o Sistema técnico de supervisão, controle e operação do sistema elétrico, principalmente, na situação automatizada.

5.2.3 Análise ergonômica da atividade cognitiva no trabalho.

A análise ergonômica da atividade cognitiva foi realizada no Centro de Operação do Sistema da CELESC, considerando a situação atual e a situação futura provável depois da automação.

A análise ergonômica compreende três etapas: a análise da demanda, a análise da tarefa e a análise da atividade (Santos e Fialho, 1997).

A análise da demanda consiste na definição do problema a ser analisado. A Segunda etapa, a análise da tarefa, compreende três fases inter-relacionadas: na primeira deverá se situar e delimitar o sistema a ser analisado no contexto da empresa. A segunda fase consiste em levantar as características do sistema ou situação de trabalho, nos seus diversos aspectos, como: características do operador e do sistema técnico, enunciar as tarefas, levantamento da organização do trabalho, etc. Na terceira fase são definidos os aspectos que serão abordados prioritariamente dentro do sistema delimitado.

Com respeito à análise da atividade cognitiva, segunda etapa do método, consiste na análise do trabalho efetivamente realizado ou "real" de maneira a cumprir os seguintes objetivos: levantar a tarefa efetiva e os principais processos cognitivos envolvidos; levantar a linguagem natural na situação de trabalho; formalizar as heurísticas, algoritmos e estratégias empregados durante as diversas fases da atividade; mostrar os mecanismos de regulação da ação em função das características da tarefa e do trabalhador; levantar os aspectos críticos e condicionantes da atividade, assim como, as características e problemas da organização do trabalho; compreender como o homem desenvolve sua atividade no trabalho, ou seja, como ele detecta, identifica, decodifica, representa, imagina, resolve problemas, organiza estratégias, toma decisão e age. Finalmente deve permitir conceber a atividade futura provável, através da modelagem dos processos envolvidos e análise de situações de referência. Tudo isso visando adaptar o trabalho às características do usuário e da sua atividade.

As principais técnicas e instrumentos para o desenvolvimento da análise, segundo Sperandio (1989), são: observações sistemáticas e diretas das atividades desenvolvidas pelo homem no trabalho, em diferentes horários e situações, registros escritos e audiovisuais, entrevistas, questionários, verbalização, manipulação dos parâmetros e condições de trabalho, visitas em situações de referência automatizada (outras empresas com características semelhantes), construção de modelos que permitam o registro e representação adequada dos comportamentos, procedimentos e processos cognitivos no desenvolvimento da atividade. Entre os principais modelos a serem utilizados temos: fluxogramas ou esquemas, mapas cognitivos, frames e scripts.

A análise dos comportamentos verbais espontâneos e provocados é, segundo Rasmussen (1991), uma técnica que dá melhores resultados, sobretudo, quando aplicado em atividades de predominância cognitiva. Por outro lado, os comportamentos verbais provocados, permitem diminuir consideravelmente o tempo de observação e, portanto, da análise da atividade. Esta análise deve ser realizada com extremo senso crítico, para evitar criar condições artificiais ou erradas ao interrogado.

Algumas técnicas complementares utilizadas, principalmente para evidenciar a atividade cognitiva, consistiram em apresentar ao trabalhador situações problema, observando-se suas reações, analisando os conhecimentos prévios e fatores motivantes, observando e analisando seus erros, esquecimentos, incidentes, as informações que ele dá preferência para alcançar determinado objetivo e em que ordem e com que frequência, informações que levam a erros, a influência dos objetivos nas estratégias empregadas pelos operadores, analisando assim a interação entre o operador e o sistema.

Esta análise ergonômica da atividade cognitiva dos operadores que realizam a supervisão e controle do sistema técnico, foi realizada dentro de cinco abordagens descritas a seguir:

- Análise em termos informacionais: consiste em registrar os sinais que o trabalhador seleciona e controla, suas comunicações, leituras de símbolos e escritos, dados de entrada e saída, tratamentos das informações, etc. Os principais tópicos a estudar dentro desta abordagem são a detecção e discriminação das informações e a análise do tratamento das informações: codificação, interpretação e tomada de decisão.

Scapin (1986), diz que, objetivamente, a análise ergonômica do trabalho mental procura evidenciar situações onde o sujeito recebe mais informações do que consegue tratar, ou em que recebe informações que ele representa de uma maneira que o leva a cometer erros.

- Análise em termos de regulação da atividade: a atividade do trabalhador é dirigida no sentido do alcance de objetivos, respeitando normas e condicionantes, ou no sentido de manter um equilíbrio. Assim, segundo Santos e Fialho (1996), no desenvolvimento da atividade, o trabalhador confronta os resultados de sua ação com os objetivos preestabelecidos, para ajustar suas novas ações. Este processo de retroalimentação é conhecido como regulação.

- Análise em termos dos comportamentos verbais e não verbais, tanto provocados como espontâneos (Richard, 1990).

- Análise em termos dos processos de resolução de problemas: nesta abordagem são estudados os procedimentos, técnicas e estratégias, principalmente a nível cognitivo, que utiliza o trabalhador para resolver um problema. Encontra-se dentro desta abordagem a utilização de experiências passadas.

As abordagens descritas, podem-se sobrepor umas com as outras durante o processo de análise.

Com relação às situações de referência, ou seja, situações de trabalho posteriores à introdução de novas tecnologias ou já automatizadas, temos que, a análise destas situações permitem antecipar as principais características da atividade real dos trabalhadores, possibilitando a concepção de modelos e meios de trabalho que as levem em consideração.

5.2.4 Modelagem cognitiva do trabalho.

O modelo cognitivo, segundo Rutherford e Wilson (1991), é entendido como o ato de simular, em uma estrutura integrada, as atividades cognitivas do operador interagindo com um determinado sistema dinâmico, que em nosso caso, trata-se do sistema de transmissão elétrica. Especificamente, no presente estudo, modelar a atividade cognitiva do operador consiste em representar a forma como ele controla, detecta falhas, reconhece padrões, utiliza a memória, prediz o curso de eventos futuros, diagnostica, planifica suas ações, recupera acontecimentos passados, realiza inferências, elabora respostas frente a determinados objetivos e dados, etc. Na modelagem também estão incluídos os eventos e a evolução do estado do sistema. A modelagem cognitiva pode ser realizada tanto da situação atual como da atividade futura provável.

A elaboração do modelo foi baseada principalmente na análise da atividade cognitiva do operador, dentro de um processo iterativo que permitiu realizar ajustes progressivos ao modelo. A modelagem permitiu a integração das informações levantadas na mencionada análise. Logo, o próprio modelo permitirá formular novas questões e hipóteses da situação de trabalho.

Deve-se prestar atenção especial na modelagem de respostas ou comportamentos predefinidos, pois estes, muitas vezes, evoluem de forma diferente segundo as circunstâncias da situação de trabalho. Deve-se, segundo Reason (1990), modelar, de forma integrada, os processos cognitivos que o trabalhador ativa quando ele é submetido às restrições dinâmicas do ambiente.

A descrição e representação do modelo envolve uma descrição conceitual dos componentes e da arquitetura do modelo. Considera-se, também, a criação de módulos que realizam determinados processos plausíveis de ser implementados em computador. A modelagem do funcionamento cognitivo deve ser esquemática, utilizando, como mencionado anteriormente, mapas cognitivos, esquemas, scripts, frames, fluxogramas de dados e processos; diagramas de análise de operações, simulação cognitiva, etc. A simulação cognitiva, tanto a nível conceitual como implementada computacionalmente, serve como ferramenta de ajuste do modelo (Tiberghien, 1989).

A concepção de um modelo não exige uma explicação exaustiva do conjunto dos fenômenos relativos a um problema dado, ele só deve descrever e explicar alguns de seus aspectos fundamentais

5.2.5 Elaboração do modelo conceitual de sistema de informação e de sua organização do trabalho.

Um modelo conceitual, segundo Pidd (1998), é uma representação simplificada de uma realidade a nível de conceitos e características relevantes, desconsiderando-se, portanto, especificações e detalhes envolvidos na fase de elaboração e implementação dos modelos físicos.

Com relação às metodologias de desenvolvimento de sistemas de informação, que serviram de referência a este trabalho, podem-se destacar as abordagens de Bio, Sergio (1996), Rebouças de Oliveira (1993), Burch e Grudnitsky (1993) e complementada com as abordagens de Laudon e Laudon apud Grupo TRW(1991) e Wetherbe (1984). Estas abordagens metodológicas dão ênfase, principalmente, na parte de definição do sistema e análise da situação existente.

O modelo conceitual de sistema de informação permite identificar os componentes e/ou subsistemas do sistema de informação, descrevendo os inter-relacionamentos entre eles; os módulos de processamento da informação; descrever os principais fluxos da informação; como e quando fornecer informações ao pessoal, definindo as seqüências corretas de apresentação de informações; definir os principais meios e pontos de comunicação; estabelecer as principais características dos dados: padronização, propósito e modo da transmissão; entre outros.

Com relação à organização foi concebido um modelo que representa a proposta de reestruturação funcional, principalmente no que respeita às comunicações e relações de trabalho e definição dos postos de trabalho e de suas principais atribuições, dentro de uma abordagem da engenharia do conhecimento. Neste aspecto, foi importante a contribuição da análise das situações de referência.

Este modelo deve ser coerente com a atividade cognitiva em termos ergonômicos. Neste sentido, o modelo proposto foi concebido baseado na análise dos processos cognitivos no desenvolvimento da atividade, na modelagem do trabalho da situação atual e futura, na psicologia cognitiva, nos campos de conhecimento de sistemas de informação e da organização do trabalho. Também, foram consideradas a organização do trabalho e a tecnologia da informação disponível, na situação de trabalho atual.

Como foi mencionado nas limitações do estudo, o trabalho não analisou os aspectos relacionados com o projeto detalhado do sistema, como especificações de hardware e características detalhadas relacionadas com a interface software - usuário.

Na elaboração e validação do modelo, o papel do ergonômista foi participativo. Assim, o ergonômista deve apresentar suas recomendações e os resultados do seu trabalho ao grupo envolvido com o projeto para, previa discussão e análise, estabelecer as respectivas conclusões.

5.2.6 Validação do modelo.

A validação do modelo requer a formação de um grupo responsável pelo processo. Com o objetivo de validar o modelo foram utilizadas as seguintes técnicas e instrumentos: debates com o pessoal envolvido e especialistas nos correspondentes campos de conhecimento, validação por meio de dedução e inferência lógica e, finalmente, testes com o módulo - protótipo implementado computacionalmente.

5.2.7 Caderno de recomendações para concepção e organização de sistemas de informação de apoio a operação de sistemas complexos.

Este caderno visa orientar o processo de concepção e organização de sistemas de informações, ergonômicamente coerentes com os processos cognitivos necessários para realizar o trabalho em situações de supervisão, controle, operação e gerenciamento de sistemas técnicos complexos, através, de um caderno de técnicas e recomendações estruturadas. No presente estudo, o processo de desenvolvimento compreende, desde as etapas iniciais, até a elaboração do modelo conceitual do sistema de informação e sua organização.

Mediante um processo de validação, podemos generalizar diversos aspectos do modelo específico para situações de trabalho análogas. O modelo também baseou-se em metodologias de projeto de sistemas de informação, principalmente, do tipo de “apoio à decisão”, dentro de um enfoque gerencial e, por outro lado, teorias de organização do trabalho, principalmente, numa abordagem de auto-mudança organizacional.

Entretanto, as teorias organizacionais que melhor lidam com o comportamento e os fatores humanos, considerando a dinâmica das inovações tecnológicas, são a teoria sistêmica, a teoria contingencial e a teoria sociotécnica. Não se desconsidera os aspectos úteis de outras teorias.

5.2.8 Estabelecimento das principais conclusões

Finalmente, foram estabelecidas as respectivas conclusões quanto: aos objetivos e hipóteses definidos, à contribuição científica, à concepção de sistemas de informação de apoio à operação de sistemas complexos, ao desenvolvimento do trabalho e às perspectivas de continuidade.

QUARTA PARTE - DESENVOLVIMENTO DO CASO ESTUDO.

6. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA TÉCNICO.

Neste capítulo é caracterizado o sistema técnico, objeto de estudo, e seu funcionamento. O sistema técnico envolve, em termos gerais, o sistema de transmissão elétrica e sua operação através dos centros de Operação do sistema, conhecidos, também, como salas de supervisão e controle. A caracterização do sistema técnico permitirá analisar, nos seguintes capítulos, a ação humana sobre este sistema.

6.1 O sistema elétrico e as Centrais elétricas de Santa Catarina – CELESC.

A CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina, é uma empresa de economia mista que tem por atividade produzir, transmitir e distribuir energia elétrica para o estado de Santa Catarina. De fato, a CELESC é considerada, muito mais, como empresa distribuidora. Assim, ela opera uma rede de transmissão de 138 Kv, 69 Kv, 44Kv e 34.5Kv, alimentando mais de cento e oitenta subestações, agrupadas em sete regiões geoelétricas, que atendem aproximadamente 190 municípios. Na maior parte das subestações, a tensão é rebaixada de 69 Kv para 13.8 Kv. alimentando a rede de distribuição elétrica, que apresenta um elevado índice de eletrificação rural destacando-se como um dos mais altos do país.

Uma característica relevante do sistema CELESC, é o fato de que o consumo industrial representa cerca de 50% do consumo global de energia elétrica do estado.

A CELESC é suprida pelo Sistema Interligado sul-sudeste brasileiro. Assim, a maior parte da energia elétrica requerida pela CELESC, vem da ELETROSUL e ITAIPÚ e é complementada por doze usinas hidroelétricas próprias.

6.2 O sistema de transmissão elétrica.

O objetivo final de um sistema de energia elétrica consiste em fornecer aos consumidores um produto (energia elétrica) de boa qualidade e economicamente acessível, procurando ao mesmo tempo minimizar possíveis impactos ecológicos. Entende-se aqui como "produto de boa qualidade" o fornecimento contínuo de energia elétrica dentro de certos padrões ou faixas previamente especificadas.

A transmissão elétrica de força é feita, principalmente, através de linhas de alta tensão sobre elevadas torres de aço que cruzam grandes extensões territoriais em todas as direções transportando milhares de megawatts de energia até subestações de distribuição urbana. A representação do sistema de transmissão de energia elétrica do estado de Santa Catarina, pode ser visto na figura 6.1.

Igualmente importantes e expressivos são os milhões de quilômetros de linhas de poste que correm paralelamente às ruas das cidades, rodovias e ferrovias que além de fornecer energia aos usuários domésticos e industriais, podem estar transmitindo sinais de telefonia ou de telegrafia. Esta estrutura constitui o Sistema de distribuição elétrica. O sistema de distribuição é similar, na sua concepção básica e estrutural, ao sistema de transmissão, embora ocupando área bem menor.

De um modo geral, a energia elétrica é gerada e transmitida em grandes blocos por unidades geradoras impulsionadas por turbinas a vapor, hidráulicas, carvão ou a gás e ligadas a estruturas adequadas de transmissão.

Portanto, as atividades relacionadas com o sistema de transmissão elétrica são a operação e gerenciamento dos diversos equipamentos e instalações, principalmente os que se encontram dentro das subestações, para alimentar a rede de distribuição que fornece energia aos diversos setores da cidade.

Toda esta estrutura é gerenciada e monitorada continuamente em modernos Centros de Operação do Sistema (COS) mediante sofisticada aparelhagem de supervisão e controle.

6.3 Componentes do sistema de transmissão elétrica.

Os principais componentes de um sistema de transmissão elétrica são: as linhas de transmissão e interligação; as subestações; o sistemas de proteção, sinalização e controle, e os Centros de Operação do Sistema (COS).

6.3.1 Linhas de transmissão e de interligação.

O sistema de transmissão elétrica de força permite integrar, através de linhas de alta tensão, as estações geradoras, distantes dos centros urbanos, com as subestações de distribuição urbana, possibilitando ainda interligar sistemas vizinhos, auferindo daí benefícios técnicos e econômicos.

6.3.2 Subestações.

Basicamente temos dois tipos de subestações: geradoras e de transmissão. As primeiras geram energia elétrica; as segundas, permitem conduzir e distribuir a energia elétrica produzida.

Do ponto de vista técnico e funcional, todas as subestações apresentam a mesma configuração, envolvendo três setores: setor de alta tensão, setor dos transformadores de potência e setor da baixa tensão (ver figura 6.2 – Diagrama da subestação Coqueiros).

Os setores de alta e baixa tensão apresentam barramentos principais e de transferência. Barramento é a linha de energia elétrica com magnitudes controladas, que vão alimentar através dela várias outras linhas. Em todos os setores da subestação temos módulos de manobra, proteção e medição. Um módulo de manobra, está constituído pelos seguintes equipamentos de manobra: uma chave seccionadora, para isolar o barramento, uma chave seccionadora para isolar a linha (transformador), uma chave seccionadora de transferência, chamada também de "by", por ser um caminho alternativo para a energia. Como equipamentos de proteção temos diferentes tipos de relés que acusam qualquer defeito, pára-raios, etc. No que respeita à medição temos transformadores de medição de corrente (TC) e transformadores de medição de potencial (TP) entre outros.

Outros equipamentos que se encontram na subestação são: os disjuntores, religadores e alimentadores. Os disjuntores são equipamentos que desligam/ligam outros equipamentos ou instalações quando da atuação da proteção. O religador, é um equipamento que desliga elementos elétricos quando se apresenta uma anormalidade. Se as condições anormais desaparecem dentro de um breve e pré - especificado lapso de tempo, ele volta a ligar ou religar os elementos elétricos de forma automática. Finalmente, os alimentadores, são os pontos de fornecimento de energia elétrica, na saída da subestação, para o sistema de distribuição elétrica.

6.3.3 Sistema de proteção, sinalização e controle.

A função principal dos equipamentos de proteção, sinalização e controle, denominados de relês, é promover a correção oportuna ou uma rápida retirada de serviço de um elemento de um sistema de potência quando ele sofre um defeito e/ou começa a operar de modo anormal, evitando assim causar danos no equipamento ou, de outra forma, interferir com a correta operação do resto do sistema. Os relês são auxiliados neste objetivo pelos disjuntores que devem ser capazes de desconectar o elemento em falha quando da atuação da proteção.

Os disjuntores são geralmente localizados de tal forma que cada gerador, transformador, barramento, linha de transmissão, etc., possa ser completamente desconectado do resto do sistema. Esses disjuntores devem ter suficiente capacidade para conduzir momentaneamente a máxima corrente de curto circuito que possa fluir através dos mesmos e então interromper essa corrente.

Uma função secundária da proteção é promover a indicação da localização e do tipo de defeito, dependendo do tipo de relê ou dos relês que atuaram podemos determinar o tipo e a localização do defeito contando para isto também com o auxílio dos registradores oscilográficos. No anexo 6.1 temos um levantamento das proteções mais utilizadas no sistema elétrico da CELESC.

6.4 Centros de Operação do Sistema (COS)

6.4.1 Definição e funções.

Os Centros de Operação do Sistema são salas para a supervisão e controle continuado de toda a estrutura do sistema elétrico de transmissão e/ou distribuição, verificando o desempenho e segurança da rede, de modo a manter adequados os padrões de qualidade e quantidade de energia suprida ao longo do tempo. Nestes centros, a operação do sistema elétrico pode ser “manual” ou automatizada. Na figura 6.3 é esquematizada a estrutura funcional de um centro de operação do sistema de tipo manual ou convencional.

O Centro de operação do Sistema da CELESC, está sendo dotado de suporte de informática para efetuar a coordenação global da operação do sistema elétrico de transmissão.

6.4.2 Sistema automatizado para controle e operação do sistema elétrico: Sistema Digital de Supervisão e Controle – SDSC da CELESC.

6.4.2.1 Considerações gerais.

O sistema convencional, com procedimentos basicamente manuais, que é utilizado hoje para supervisionar e controlar o sistema elétrico de transmissão, está sendo substituído por uma avançada tecnologia. Na situação automatizada, o sistema elétrico é gerenciado e monitorado continuamente em modernos Centros de Operação do Sistema (COS) mediante sofisticada aparelhagem de controle

Na CELESC este sistema automatizado é denominado de Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC) que é o processo pelo qual os operadores supervisionam e controlam à distância o sistema elétrico através de terminais de computador dispensando parcial ou integralmente a necessidade de operadores nas subestações. Este sistema tem a capacidade de executar funções de telecomando, telesinalização e telemedição, para isto, deverá estar constituído pelos seguintes subsistemas: Subsistema de Telecontrole; Subsistema de Aquisição de Dados e Subsistema de Telesinalização. Na figura 6.4 podemos apreciar a estrutura funcional de um centro de operação do sistema automatizado.

A implantação do SDSC modificará o mapa geoeletrico de Santa Catarina que, para efeito de operação, ficará dividido em três áreas: a sudeste, a norte e a oeste. Cada uma delas terá um Centro de Operação de Área (COA) e todas serão coordenadas pelo Centro de Operação do Sistema. Todos estes centros serão dotados de moderna tecnologia digital.

6.4.2.2 Principais funções do SDSC.

As principais funções realizadas pelo sistema digital de supervisão e controle (SDSC) são:

- Visualização nos monitores, através de dados e diagramas, dos eventos, estados e medições do sistema elétrico de transmissão. Esta função é suportada pela função de aquisição de dados em tempo real.

- Aquisição de dados em tempo real: as UTR's coletam informações provenientes dos dispositivos das subestações e equipamentos e os envia em tempo real aos Centros de Operação para serem processados. Também temos a sub-função de aquisição de dados suplementar, que tem como objetivo a aquisição de dados das instalações não integradas ao sistema de telecontrole. Serão utilizadas UTRs tradicionais de pequeno porte (UTRR), devidamente adaptadas para armazenamento de dados.

- Controle supervisorio: são as ações necessárias para regular ou manter regulado o sistema elétrico. Será realizado através das funções de telesinalização, telemedição e telecomando. Todos os estados e medições recebidos do campo serão armazenados no banco de dados em tempo real e exteriorizados nos diagramas unifilares dos monitores de vídeo das estações de operação e na tela do sistema de retroprojeção. Alarme e relatórios de eventos fazem parte da interface homem - máquina das estações de operação. Os pontos de medição para o sistema de telecomando, telesinalização e telemedição estão listados no anexo 6.2.

- Função de telecontrole: dedicada à supervisão e comando em tempo real da malha principal e das subestações mais importantes do sistema elétrico de transmissão da CELESC. Será constituído por Unidades Terminais Remotas - UTRs instaladas em Subestações e por Estações Centrais computadorizadas instaladas no Centro de Operação do Sistema - COS e nos Centros de Operação de

Área - COAs. Pode-se dizer que o telecontrole é a ação combinada das funções de telesinalização e telecomando

- Função de telesinalização: consiste na apresentação dos dados, em estações ou terminais de computador, referentes aos estados dos equipamentos obtidos mediante a aquisição de dados em tempo real. Esta função está dedicada à supervisão de subestações que, por sua importância apenas local ou pelo seu pequeno porte, não estão contempladas no sistema de telecontrole.

- Função de telemedição: os pontos de telemedição (grandezas elétricas) serão obtidos durante a aquisição de dados em tempo real. Limites operativos poderão ser associados a estas grandezas, de forma a gerar um alarme toda vez que estes limites forem atingidos

- Função de telecomando: Os telecomandos serão executados a partir de janelas do tipo “pop-up”, disponíveis na estação de operação. A operação será feita utilizando apenas o mouse para a seleção do dispositivo e execução do telecomando. Ao selecionar o dispositivo uma janela de comando será aberta trazendo um menu de opções. Uma nova seleção, desta vez no menu de opções, fará o envio do comando para a UTR que irá executar o telecomando

- A função de comunicação com sistemas externos, como outras áreas funcionais da empresa, será realizada através das estações de conversão de Protocolo.

- Suporte para o desenvolvimento de software em tempo real: programas específicos da CELESC poderão ser desenvolvidos em linguagem de alto nível (C, Delphi), seja off-line, utilizando seus formatos próprios de entrada e saída, ou "on-line", acessando o Avanti Database.

- Manutenção de base de dados: toda a utilização de dados é feita através da manutenção da base de dados. Isto inclui tanto os dados primários, tais como os coletados do processo (telesinalizados, telemedidos e telecomandados); dados passivos (atualizados manualmente) e relativos à configuração da rede elétrica, quanto os dados secundários, tais como figuras do processo, relatórios e cálculos.

6.4.2.3 Critérios para supervisão e controle em tempo real

A supervisão em tempo real de uma subestação está em função da importância e montante de sua carga, de suas instalações, do seu valor para

atendimento a outras SEs e, sobretudo, dos recursos de manobra de que é dotada para fins de configuração do sistema.

Os disjuntores de LTs numa SE são os equipamentos mais requisitados para fins de supervisão e controle. O comando sobre os disjuntores de LTs permite administrar os fluxos de potência, restabelecer o sistema elétrico em grandes perturbações, seccionar-lo e alterar sua configuração, se necessário.

Assim sendo, as SEs do sistema elétrico da CELESC estarão divididas em dois níveis hierárquicos, ou seja, nível I e nível II. As SEs de nível I serão as SEs cobertas pelo SDSC, providas de UTRs conectadas em regime “on line” a um centro de Operação (COA/ COS). E, as SEs de nível II serão as SEs não incluídas no SDSC e que passarão a condição de telesinalizadas, promovidas de unidades de aquisição de dados reduzidas - UTRRs, conectadas através de rede, em regime “off line”, acessados por múltiplos usuários (COA, COS, COD e Departamentos da Administração Central).

6.4.2.4 Arquitetura física dos centros de operação do sistema

O hardware dos Centros de Operação da CELESC, tanto do sistema (COS) como de uma área do sistema (COA), apresenta uma arquitetura distribuída com diversos módulos interligados em rede local (LAN), que irão desempenhar as diversas tarefas que compõem o centro de operação do sistema. Na figura 6.5. está representada a arquitetura do Centro de Operação do Sistema.

O COS realiza comunicação entre seus nós, através da rede ETHERNET-TCP/IP redundante. Outras comunicações são realizadas através dos seguintes pontos: interconexão com as impressoras e Unidades Terminais Remotas UTRs, interfaceamento com o Mainframe e demais Centros de Operação.

O Centro de Operação de Distribuição (COD) também utiliza uma arquitetura distribuída com diversos módulos interligados em rede, porém em uma configuração mais simplificada.

A seguir são descritas as partes que compõem os centros de operação:

- **Estação de operação (02)**

Nesta estação é feita a supervisão e controle do sistema através do tratamento de eventos, alarmes e outras informações que podem indicar a necessidade de realizar uma ação como execução de telecomandos e/ou acionamento das equipes envolvidas no trabalho.

As tarefas do módulo funcional Posto de Operação, são: supervisão do sistema elétrico; acesso a telas; tratamento de alarmes; execução de telecomando; bloqueio/desbloqueio de alarmes; implantação e alteração dos parâmetros de configuração dos limites operativos das medições elétricas; alteração da representação do estado dos equipamentos; programação de manobras; agenda; ações sobre equipamento do SDSC; disponibilizar os dados adquiridos da rede; interface com banco de dados; funções gerais.

- **Estação de manutenção.**

É responsável pela gerência da configuração do SDSC, que envolve as seguintes tarefas:

- instalação dos diversos módulos do centro;
- armazenamento e edição de eventos e outras informações;
- estatísticas de falhas do SDSC e outras.
- geração e/ou instalação dos softwares e base de dados de todos os módulos;
- emitir por solicitação do usuário os relatórios de estatística de falha na comunicação;
- disponibilizar os dados adquiridos do SDSC para outras áreas funcionais da empresa.

- **Estação de treinamento**

Nesta estação é feita a edição da base de dados e telas, assim como, desenvolvimento e teste de aplicativos e novas telas. Esta estação apresentará uma configuração idêntica à estação de trabalho facilitando os trabalhos sobre os Diagramas Unifilares. A utilização desta estação está voltada, também, para aprendizagem e treinamento do despachante de operação na utilização do Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC).

De um modo geral, este módulo, além da função de treinamento, irá importar todas as alterações da configuração do sistema elétrico, geração e utilização

dos Diagramas Unifilares-DUs, criação e manutenção das bases de dados do SDSC, inclusive das UTRs.

• Servidor de aplicação (02)

A estação de servidor de aplicação será responsável pelas seguintes tarefas :

- rodar o aplicativo que permite a supervisão e controle do sistema elétrico (SPIDER);
- acompanhar e verificar o fluxo de informações de entrada e saída do SDSC;
- manter o banco de dados atualizado;
- gerenciar a impressão de dados (relatórios, telas e eventos).

• Servidor de comunicação (02)

Os servidores de comunicação, chamados também de FRON END, executam as funções de aquisição de dados. De um modo geral, a função do servidor de comunicação é de gerenciar toda comunicação com as UTRs, instaladas no sistema elétrico, através de múltiplos canais seriais, recebendo dados e executando comandos.

Através deste módulo são executadas as seguintes tarefas:

- **obter periodicamente os valores de telesinalização;**
- gerenciar os telecomandos recebidos da estação de operação;
- gerenciar e administrar os diagnósticos provenientes das UTRs;
- detectar e diagnosticar falhas de comunicação com a UTR;
- permitir a transferência de informação para as UTRs;
- gerenciar os protocolos de comunicação;
- conversão de protocolo para realizar a transferência de informação pertinente aos Centros de Operação conectados entre si, entre o COS e o MAINFRAME da CELESC e o COS da ELETROSUL, conforme a arquitetura do sistema;
- estabelecer um padrão base de tempo e sincronizar o sistema nesse padrão.

- **Equipamento de retroprojeção**

O equipamento de retroprojeção fornece ao operador uma vista geral da representação gráfica do sistema; as figuras estáticas mostram tanto os dispositivos quanto as linhas de transmissão, barramentos, transformadores, etc. e as figuras dinâmicas mostram o estado atual do sistema elétrico.

Tanto os estados dos dispositivos como os valores numéricos são apresentados em uma tela através de um retroprojektor. O diagrama é continuamente atualizado de acordo com o processo, de forma a espelhar o banco de dados. O banco armazena, tanto, os dados adquiridos de forma automática como os inseridos manualmente.

7. ANÁLISE DA TAREFA PRESCRITA.

*A análise do trabalho consta de três partes: a) análise da demanda; b) análise da tarefa prescrita e condições de trabalho e c) análise dos comportamentos ou atividades. Neste capítulo é exposta a análise da demanda e a **análise da tarefa prescrita**. Finalmente são formuladas algumas considerações finais / hipóteses que deverão ser levadas em conta nas fases posteriores do estudo*

7.1 Introdução.

O presente trabalho de pesquisa baseou-se no caso estudo desenvolvido na Divisão de Operação do Sistema – DVOS da CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina, especificamente, no Centro de Operação do Sistema (COS), que é uma estrutura que tem como função principal gerenciar e monitorar o sistema de transmissão elétrica do Estado de Santa Catarina, verificando o desempenho e segurança da rede, de modo a manter adequados os padrões de qualidade e quantidade de energia suprida ao longo do tempo. As ações de operação são necessárias, basicamente, em situações imprevistas ou de emergência e em atividades programadas.

Neste capítulo são discutidas: a análise da demanda ou definição do problema a ser analisado; a análise da tarefa prescrita nos aspectos relacionados com a operação do sistema elétrico de transmissão e as respectivas considerações finais.

7.2 Análise da demanda.

Nesta empresa, a função de supervisão e controle do sistema elétrico está passando por um processo de automação, através de um sistema em rede integrado por computador, denominado de Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC), que deverá informar aos Centros de Operação o estado das grandezas do sistema, em tempo real, através de unidades remotas, além de permitir a execução de comandos a distancia sobre determinados equipamentos do sistema elétrico de transmissão.

A partir de este processo de mudança surgiu a demanda de criar um sistema de informação que permitisse levantar e automatizar a apresentação de procedimentos e informações operacionais para o controle e regulação do sistema de transmissão elétrica de forma a facilitar o desenvolvimento das atividades, assim como diminuir o tempo de execução das mesmas. Por outro lado, considera-se que o

desempenho eficiente do sistema de informação precisa de uma adequada reestruturação na organização do trabalho.

Portanto, a análise do trabalho está orientada, nesta pesquisa, para a concepção de um sistema de informação de apoio à operação e controle de sistemas complexos, a nível conceitual, na situação futura provável. Especificamente, o sistema de informação deverá apoiar a função de supervisão e controle do sistema de transmissão elétrica sob responsabilidade dos centros de operação. A Segunda fase consiste na análise da tarefa prescrita relacionada com o problema definido na análise da demanda

7.3 Análise da tarefa prescrita.

7.3.1 Considerações iniciais

A análise da tarefa prescrita, segundo Santos e Fialho (1997), consiste em definir o que o trabalhador “deve” realizar e as condições ambientais, técnicas e organizacionais desta realização. O estudo sobre “como” o indivíduo realiza seu trabalho é feito na fase de análise da atividade.

Foi levantado, através da análise de diversos documentos e entrevistas, um esboço inicial das tarefas desenvolvidas, as características da situação existente, os possíveis problemas e algumas hipóteses/considerações. Esta informação junto com a análise da atividade ou comportamentos (segunda fase do estudo), permitiram estabelecer as justificativas, escopo do trabalho e viabilidade de implementação de um sistema de informação.

O levantamento das características do sistema técnico, que faz parte da análise da tarefa, é apresentado no capítulo cinco devido a amplitude das informações levantadas que iria prejudicar a clareza e compreensão da análise realizada neste capítulo.

7.3.2 Objetivos e políticas da empresa

O objetivo final da empresa consiste em fornecer aos consumidores um produto (energia elétrica) de boa qualidade e economicamente acessível, procurando ao mesmo tempo minimizar possíveis impactos ecológicos. Entende-se por “produto de boa qualidade”, o fornecimento contínuo de energia elétrica dentro

de certos padrões ou faixas previamente especificadas. É política da empresa atingir este objetivo, mesmo sacrificando parte dos lucros.

7.3.3 Posto de operação do sistema: ambiente físico e recursos humanos.

No atual Centro de operação do Sistema a operação, propriamente dita, do sistema elétrico de transmissão é realizada nos postos de operação. O ambiente físico de cada posto está composto por: módulos para o pessoal, providos de gavetas contendo registros e manuais; duas estações de trabalho em rede para operar através do Sistema Digital de Supervisão e Controle; um sistema de comunicação via terminal de rede de microcomputadores; dois sistemas de rede telefônica: um próprio da Celesc e o sistema convencional ou público; equipamento de retroprojeção para visualizar as representações gráficas do sistema e um microcomputador ligado às diversas áreas da empresa (intranet) e a rede estadual de computadores. Também possui, em fase de desenvolvimento, uma estação de trabalho com um simulador do sistema de potência.

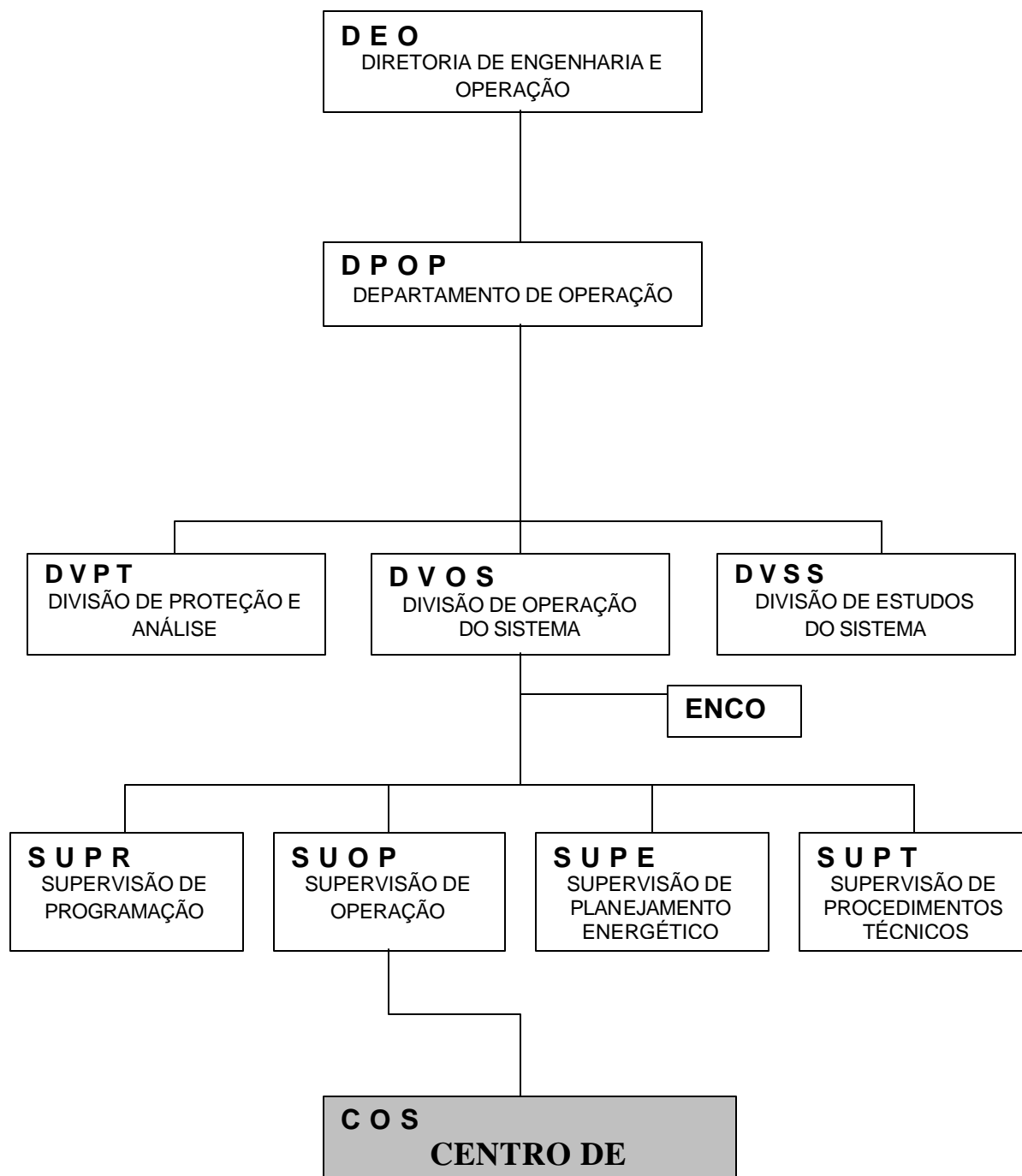
O COS possui uma arquitetura física aberta, composta por vários dispositivos ou seja, nós de rede, que irão desempenhar as diversas tarefas que compõem o centro de operação do sistema conforme detalhado no capítulo 6.

Em termos de recursos humanos temos sete “despachantes” ou operadores do sistema (trabalham nos postos de operação), apoiados pelo pessoal de engenheiros de operação. A maior parte dos despachantes superam os 35 anos de idade e os 15 anos de serviço na empresa. Na sua maioria os operadores do sistema foram promovidos do anterior cargo de operador de subestação elétrica e só alguns contam com formação a nível técnico. Atualmente está sendo ampliado o quadro de despachantes em função das necessidades do processo de automação, cujo número deverá superar os vinte profissionais.

7.3.4 Organização atual do trabalho na área de operação e o Centro de Operação do Sistema (COS).

Face ao crescimento do sistema elétrico, a diretoria de engenharia e operação adquiriu uma estrutura que se desenvolveu a partir da necessidade da execução de uma série de tarefas necessárias à operação do sistema, conforme a figura 7.1.

Diretamente subordinada ao departamento de operação, temos a divisão de operação do sistema (DVOS). A DVOS tem como função principal operar e gerenciar o sistema de transmissão elétrica da CELESC. A divisão está composta pelas supervisões seguintes:



ENCO: Engenharia de Centros de Operação do Sistema

Figura 7.1 – Organização da operação do sistema na CELESC

supervisão de programação (SUPR), supervisão de planejamento energético (SUPE), supervisão de procedimentos técnicos (SUPT) e a supervisão de operação (SUOP). O

Centro de operação do Sistema (COS), está subordinado diretamente à supervisão de operação.

As atuais atribuições foram levantadas através de relatórios e entrevistas com o pessoal envolvido, sem entrar em detalhes. As tarefas oficialmente reconhecidas se encontram num manual de organização e funções elaborado no ano de 1991 que ainda não foi atualizado.

As principais tarefas até então desenvolvidas por cada área são as seguintes:

a) A tarefa prescrita e turnos de trabalho do operador do COS.

A função básica do Centro de operação do sistema, desenvolvida pelo operador do COS, é a supervisão e controle do sistema elétrico de transmissão para garantir permanentemente a segurança, continuidade, qualidade e economicidade de suprimento de energia a todo o Estado de Santa Catarina.

O trabalho desenvolvido pelo operador do C.O.S., na situação não automatizada, se inicia com o aviso da ocorrência via telefone ou radio. Imediatamente, procede-se a identificar: a subestação ou subestações envolvidas, a região geoeletrica com as características da respectiva malha de transmissão, os desligamentos e condições anormais. Baseado nestas identificações, se aplicam procedimentos e/ou instruções adequadas

O detalhamento das funções do operador do sistema constitui-se das seguintes tarefas:

- efetuar pré - análise da ocorrência com a finalidade de cumprir e fazer cumprir as Instruções e Normas de Operação e Segurança, visando manter a qualidade da operação e a segurança do pessoal e dos equipamentos;

- tomar decisões operacionais corretivas e/ou preventivas em caráter de emergência no religamento e/ou regulação de equipamentos, em situações que possam ocasionar riscos e danos materiais e/ou pessoais;

- registrar e coordenar as manobras de recomposição de linhas e equipamentos desligados em decorrência de defeitos ou perturbações, recebendo informações dos operadores das subestações e usinas, dando as instruções necessárias a recomposição do sistema, utilizando as alternativas mais adequadas, visando manter a continuidade de energia;

- orientação aos operadores;
- elaborar relatório diário de ocorrências do sistema de transmissão;
- registrar e coordenar as alterações de geração nas usinas em função dos desvios de carga verificados em relação a programação prévia, dando instruções aos operadores, visando obter condições satisfatórias de regulação da frequência do sistema;
- coordenar a execução das manobras à regulação de tensão e frequência, bem como do controle dos carregamentos em equipamentos e linhas do sistema, dando instruções aos operadores de usinas e subestações para corrigir os desvios, visando manter a qualidade, continuidade e economicidade de fornecimento.

Entre as atividades do operador do sistema, a atividade de recomposição do sistema é a mais importante. Esta, em síntese, consiste no restabelecimento coordenado do sistema em caso de distúrbios. Neste sentido, um conjunto de procedimentos cuidadosamente estudados são aplicados principalmente para o restabelecimento das subestações que formam o sistema de transmissão do Estado de Santa Catarina. Essas subestações estão ligadas por uma complexa rede de linhas de transmissão, algumas das quais estão interligadas a subestações da ELETROSUL. As instruções e procedimentos utilizados na operação do sistema da CELESC estão listados no anexo 7.1.

No dia-a-dia as atividades do C.O.S. são desenvolvidas em coordenação com as supervisões que compõem a Divisão de Operação do Sistema (DVOS), principalmente com a supervisão de operação (SUOP) e a supervisão de programação (SUPR).

- Turnos de trabalho.

O trabalho se desenvolve num sistema de turnos contínuos, tendo portanto pessoal disponível 24 horas por dia (ver figura 7.2), parte do tempo de trabalho é dedicado a desenvolvimento e pesquisa.

b) **A Supervisão de Programação (SUPR)** é responsável pelas seguintes tarefas:

- Coordenar programa de desligamento (PD) no âmbito da CELESC e nas interligações para serviços da CELESC e da ELETROSUL.

- Coordenar programa de execução de serviços especiais (PESE) no âmbito da CELESC e das interligações para serviços da CELESC e da ELETROSUL.

- Elaborar relatório dos desligamentos programados e serviços especiais.

c) A Supervisão de planejamento energético responde pelas seguintes funções:

- elaboração do boletim estatístico diário do sistema CELESC;
- elaboração, coordenação e emissão do boletim estatístico mensal;
- coordenar estatística de intercâmbio CELESC/ESUL (aferição de medidores);
- análise e emissão de parecer concernentes às faturas da CELESC/ELETROSUL e outros;
- análise diária da curva de carga típica do sistema CELESC;
- elaboração e coordenação da programação de energia, intercâmbio (CELESC/ELETROSUL);
- programação da carga própria, geração e intercâmbio com a ELETROSUL e outras empresas;
- representação da CELESC no “grupo de trabalho de programação da operação” e na “comissão de critérios para programação e contabilização de energia (CPCE) na ELETROBRAS.

c) A área de supervisão de procedimentos técnicos desenvolve atividades de pre-operação, pertinentes a procedimentos técnicos:

- elaboração e atualização de instruções de recomposição;
- elaboração e atualização de instruções específicas (transformadores, linha viva, trafo móvel, cabo subterrâneo, paralelismo de alimentadores, etc.);
- elaboração e atualização de Diagramas Unifilares Operacionais;
- implantação de instruções de operação e diagramas nas subestações usinas e centros de operação;
- planejamento da implantação e definição de atividades dos postos de atendimento;
- aquisição de equipamentos;
- atualização do mapa do sistema de transmissão da CELESC;
- criação de novos cargos e estabelecimento de critérios de seleção;

d) A supervisão de operação cumpre as seguintes funções:

- orientar aos despachantes durante contingências;
- controlar a tensão do sistema;

- elaborar o relatório diário de ocorrências, principalmente, no sistema de transmissão;
- elaborar a ficha de controle de faturamento;
- elaborar a ficha de geração de usinas;
- elaborar a ficha de controle dos reservatórios;
- elaborar a solicitação de análise de ocorrências.

7.3.5 Organização da operação automatizada na situação futura

7.3.5.1 Considerações gerais

Buscando adequar os seus recursos de operação às atuais exigências de qualidade e eficiência do fornecimento de energia elétrica, a Empresa adotou em 1992 um projeto de modernização operacional. O projeto de modernização da operação do sistema elétrico envolve a implantação de um Sistema Digital de Supervisão e Controle - SDSC - contendo na sua primeira etapa quatro centros de operação e 49 subestações de 138 e 69 Kv automatizadas. O controle operacional do sistema elétrico deste sistema é descentralizada e hierárquica, com um Centro de Operação do Sistema - COS controlando os centros de operação de área -COAs, que por sua vez coordenam os centros de operação de distribuição - COD.

Este sistema permitirá um controle operacional mais eficiente sobre o sistema elétrico de potência que resultará em uma sensível melhoria na qualidade e na continuidade da energia elétrica fornecida pela CELESC aos seus consumidores, além da redução das despesas operacionais e investimentos.

As informações apresentadas a seguir foram levantadas através da revisão de documentos técnicos, relatórios e entrevistas ao pessoal envolvido.

7.3.5.2 Os futuros Centros de Operação do Sistema e de Área (COS/COA): levantamento da tarefa futura provável.

Como foi mencionado, o COS será dotado de um sistema digital de supervisão e controle – SDSC para efetuar a operação global do sistema elétrico de transmissão. As tarefas prováveis do COS são:

- regulação e/ou recomposição do sistema de transmissão elétrica;
- análise das ocorrências verificadas no sistema;

- organizar e tratar os dados coletados em tempo real e inseri-los, quando necessário, nos diversos arquivos de apoio;
- executar funções avançadas de estudos e análise de rede à medida que forem sendo implantadas;
- executar as programações de operação;
- elaboração de instruções normativas ou padronização de manobras;
- emitir relatórios com informações, que servirão de base para estudos de outras áreas da empresa, assim como para retroalimentação do próprio posto de trabalho.
- Acompanhar a entrada em operação de novas instalações ou ampliações de subestações;
- Elaborar as instruções normativas de interligação com a ELETROSUL;
- Analisar expeditamente as ocorrências verificadas no sistema;

Sob a ótica de controle, o sistema elétrico de transmissão da CELESC será dividido em três regiões geoeletricas, ou três "Centros de Operação de área" (C.O.A.), subordinados ao Centro de Operação do Sistema (COS), ou ainda três áreas (Sudeste, Norte e Oeste). O critério básico desta divisão é a independência com que cada centro de operação pode exercer as ações de controle sobre as respectivas áreas ou subsistemas, nestas, toda e qualquer ação de comando e monitoramento não afetará nem será afetada pelas ações das áreas vizinhas.

Os "Centros de Operação de Área", (COAs), têm a função de monitorar e controlar em tempo real os equipamentos instalados nas subestações situadas na sua jurisdição, apoiando a recomposição do sistema em caso de desligamento. Para o desenvolvimento desta função, os COAs terão sob sua responsabilidade as seguintes tarefas:

- Os COAs precisam coordenar ações e trocar informações operativas com o Centro de Operação do Sistema (COS), os Postos de Atendimento - PA (pessoal de plantão que se desloca as subestações numa ocorrência ou serviço), O Centro de Operação de Distribuição (C.O.D), com a Divisão de Operação e Manutenção - (DVOM) e, com o COS da ELETROSUL de modo a obter os subsídios necessários a Operação do Sistema;
- Comandar as subestações e usinas chaveando os equipamentos manobráveis em condições normais ou de emergência.
- Inserir no banco de dados (ou transferir para o COS para que este o faça) as informações relativas às instalações de sua área;
- Coordenar com os PAs as manobras e ações que visam identificar e isolar possíveis defeitos em subestações, linhas de interligação e usinas, procurando desta forma minimizar as interrupções e a operação em condição de risco;

- Programar coordenar e controlar as manobras para desligamentos de equipamentos nas instalações, para manutenção;
- Acompanhar os serviços e manobras que estão sendo executados;
- Aprovar e coordenar a realização de serviços de regime de linha viva;
- Elaborar as ordens de manobras das Subestações e Usinas;
- Coletar dados para o relatório de pós-operação;
- Efetuar análise preliminar das ocorrências verificadas nas instalações;
- Elaborar os diagramas unifilares operacionais das instalações da sua área;
- Atuar juntamente com os COAs vizinhos quando houver mudança de condições operativas que os afetem;
- Elaborar manobras para as subestações;
- Aprovar pedidos de desligamentos para subestações;

7.3.5.3 Plano de organização da operação automatizada na situação futura provável

O projeto de supervisão e controle está baseado nas seguintes diretrizes para a modernização da operação de sistema elétrico:

•Divisão do Sistema em três áreas de operação:

O sistema elétrico da CELESC será dividida em três áreas de operação independentes, cada uma monitorada por um COA; conforme ilustra a fig.7.3:

- Área Sudeste, compreende as regiões Sul e Grande Florianópolis;
- Área Norte, compreende as regiões Norte e Vale do Itajaí;
- Área Oeste, compreende as regiões Planalto, Meio Oeste e Extremo Oeste.

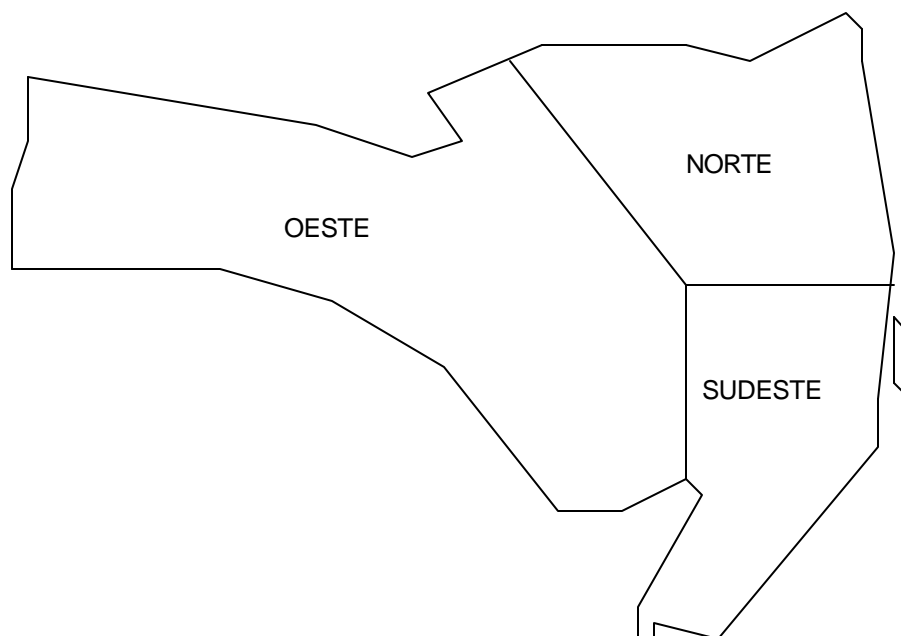


Fig. 7.3 – Áreas de operação do sistema

• **Classificação das subestações:**

Pôr razões técnicas e econômicas, as subestações foram classificadas em dois níveis:

- Subestações de nível I

São as 49 (quarenta e nove) principais subestações do sistema CELESC, que serão operadas em tempo real pelo **SDSC através de telecontrole**.

- Subestações de nível II (chamadas de Teleassistidas)

São as demais subestações consideradas de menor importância para a operação do sistema como um todo. Estas subestações deverão ser implementadas com um sistema independente de telesinalização

A CELESC conta com 144 subestações e usinas e, aproximadamente, 102 subestações vão ser atendidas pelo sistema de PAs

• **Implantação do sdsc**

O **Sistema Digital de Supervisão e Controle** é formado, além de um Centro de Operação do Sistema (COS) e 03 (três) Centros de Operação de Área (COA), por 49 (quarenta e nove) Unidades Terminais Remotas (UTRs).

As UTRs por sua vez, irão coletar as informações provenientes dos equipamentos das subestações para depois enviá-las aos Centros de Operação para serem processadas. Também receberão ordem (comando) dos Centros de Operação para manobras a distância de equipamentos de subestação. Este fluxo de informações e comandos se dá em altíssima velocidade, próprio de um sistema operando em regime de "Tempo Real". Isto significa que uma determinada informação, disponível no monitor de controle de um Centro de Operação, pode refletir a realidade do que ocorre no campo, naquele exato momento. Reciprocamente, permite que uma ação de comando, tal como a abertura de um disjuntor a partir de um COA, seja executada a quilômetros de distância, como se ocorresse "in loco", sem retardo para efeito da operação.

O COS, localizado em Florianópolis, tem como principal função controlar e supervisionar o sistema elétrico como um todo, além de comunicar-se com o computador central da CELESC (Mainframe) pôr onde haverá a transferência das informações referentes ao sistema elétrico, como o COS da ELETROSUL, para receber dados das suas subestações e do sistema interligado de interesse da operação do sistema elétrico da CELESC.

Os COAs Sudeste, Norte e Oeste, localizados respectivamente em Florianópolis, Blumenau e Chapecó, irão supervisionar e controlar as Subestações de suas respectivas áreas, reportando as informações ao COS, que também terá a possibilidade de assumir a função de qualquer COA em situação de emergência.

• **Supervisão e controle das subestações de nível II (subestações teleassistidas ou telesinalizadas).**

A supervisão e controle das subestações teleassistidas ou telesinalizadas, chamado de *Sistema de Teleassistidas* tem como objetivo supervisionar as Subestações do Nível II. Trata-se, na verdade, de um sistema complementar ao SDSC. Terá como função principal a aquisição de dados das

subestações menores. Serão utilizadas UTRs, convencionais de pequeno porte, chamadas UTRRs devidamente adaptadas para armazenamento de dados. Compõem-se de uma ou mais estações centrais capazes de colher dados dessas UTRRs, através de linhas telefônicas discadas comuns. Esse sistema não opera em tempo real.

• Nova estrutura de atendimento às subestações

A nova estrutura de atendimento às Subestações parte da premissa de que, no futuro, não haverá mais operadores nas subestações. Sua efetivação depende, no entanto, da implementação das seguintes medidas básicas:

- implantar o Sistema Digital de Supervisão e Controle;
- implantar o Sistema de Teleassistidas;
- dotar os CODs de sistema automatizado de controle de alimentadores em conjunto com a área de Distribuição;
- criar Postos de Atendimentos (PAs) para prestar assistência às subestações.

A nova estrutura de atendimento às subestações, a nível de informação / comunicação, pode ser explicada por meio da figura 2. Nesta pode-se observar que a parte de alta tensão da SE de Nível I é supervisionada e comandada, em tempo real, (“telecontrole”) pelo COA. Qualquer ocorrência disparará alarme no COA que pode acionar PA diretamente ou através do COD e/ou uma Divisão Regional de Operação e Manutenção (DVOM), dependendo do tipo de ocorrência.

Nas Subestações de Nível II, a parte de alta terá telesinalização direcionado ao COD, que em caso de ocorrência também acionará o PA e/ou DVOM.

Quanto a parte de baixa tensão, tanto nas Subestações de Nível I como nas de Nível II, serão supervisionadas pelo COD que terá a possibilidade de efetuar telecomando dos religadores ou convocar eletricitas de plantão e/ou PA, (ver figura 7.4).

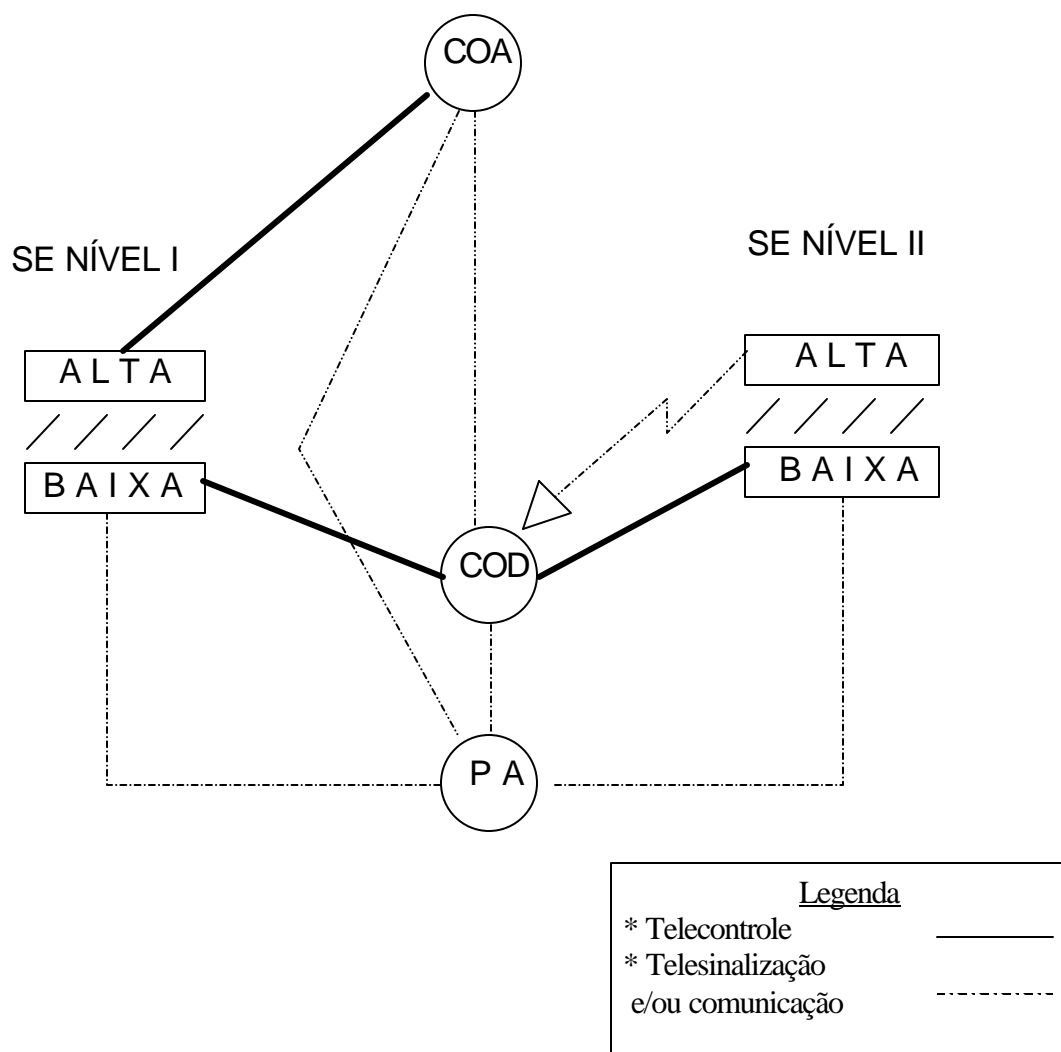


Fig. 7.4 – Nova estrutura de atendimento às subestações

• Criação de postos de atendimento - PAs

Para prestar assistência às Subestações serão criados 17 (dezessete) Postos de Atendimento, que terá 07 (sete) profissionais dos quais 06 (seis) serão inspetores de PA e 01 (um) supervisor de PA.

Cada equipe será dotada de um veículo com rádio móvel e ficará sediada em uma subestação geograficamente melhor localizada em relação ao grupo de Subestações a ser assistido. Os inspetores trabalharão em regime de turno ininterrupto enquanto que o encarregado trabalhará no horário comercial e coordenará as atividades dos demais.

Essas sedes contarão com a infra-estrutura já existente quanto a comunicação com os órgãos funcionalmente interdependentes, a saber: COA da Área, CODs de sua fronteira, Escritórios, Agências, DVOMs e COS.

•Integração com o centro de operação da distribuição - COD

A integração do COD ao processo de operação das subestações se dará de duas formas: no sistema de Teleassistidas, onde o COD receberá o telealarme da parte de alta das Subestações de nível II; e através do recurso que o mesmo terá para supervisionar a parte de baixa das Subestações, inclusive com possibilidade de telecomandar os religadores. Neste sentido, foi incluído um sistema piloto para o COD Florianópolis no processo de aquisição do SDSC. Sua instalação permitirá que o COD da capital exerça telecontrole sobre os religadores das Subestações da região.

•Redução gradual do quadro de operadores.

A CELESC vai eliminar o posto de operador de subestação. Para isto vai reduzir de forma gradual (aproximadamente em oito anos) o quadro de operadores.

Isto requer a implantação de um amplo programa de capacitação do quadro atual de operadores para o exercício de novas funções, seja em atividades diretamente ligadas a operação como inspetores ou encarregados de PA bem como eletricitista/atendente de SE ou ainda nas áreas de manutenção de equipamentos, distribuição etc.

7.4 Considerações finais da análise da tarefa.

Por conta do projeto de automação da operação, faz anos que a CELESC não admite operadores em seu quadro. Este fato vem sendo motivo de preocupação constante para a gerência da operação pelos riscos que estão sendo assumidos em função da carência de operadores em determinadas subestações. Como o problema tende a se agravar, enquanto os equipamentos de automação não estiverem em operação efetiva e completa, é vital para o projeto a cooperação mútua entre operadores e gerência na busca de soluções transitórias, caso a caso, que melhor atendam ao interesse geral.

Deve-se considerar possíveis mudanças para quando da operação automatizada, a seguir:

- Nas subestações “desassistidas”, a operação das mesmas vai ficar, principalmente, sob responsabilidade do operador do sistema. Por outro lado, inicialmente, os operadores do sistema deverão controlar os alimentadores das subestações. Portanto é necessário adequar as instruções de operação para serem utilizadas pelo operador do sistema.

- Dado que algumas Subestações estão localizadas a uma distância considerável da sede do PA, o que poderia estender em excesso o tempo de atendimento, deve considerar-se a possibilidade de criar bases de apoio de PAs nos escritórios. A idéia é transferir os operadores dessas Subestações para o escritório da cidade, onde passariam a exercer dupla função como eletricitista/atendente de SE.

No futuro a função de elaboração e programação de manobras deverá ser realizado pelo próprio Centro de Operação do Sistema e deverá representar um volume de trabalho maior para o despachante na situação futura em relação com a situação atual

Em função da semelhança de características dos sistemas de supervisão e controle e a filosofia de trabalho, além da acessibilidade às informações, propõe-se como situações de referência para o estudo as seguintes empresas: CEEE, ELETROSUL e CPFL.

A supervisão do sistema elétrico está passando por um processo de automatização através de um sistema informatizado em rede que deverá informar o estado das grandezas do sistema em tempo real através de unidades remotas. Este fato detalhado no capítulo 6 “Caracterização do sistema técnico” deverá ser considerado sempre durante o desenvolvimento do caso estudo, tanto na análise do trabalho como na elaboração da proposta de modelo conceitual de apoio à operação.

Segundo os operadores do sistema, o trabalho de supervisão e controle produz fadiga mental ao final da jornada de trabalho, pois, toda a manipulação de informações para o gerenciamento do sistema é manual.

O volume de informações, no que se refere à operação propriamente dita do sistema, é considerável, o que dificulta ao supervisor de guardar todo esse acúmulo de informações, exigindo longas consultas a manuais com instruções, procedimentos e outras informações utilizadas para o desempenho de suas tarefas.

Nas subestações desassistidas, a operação das mesmas vai ficar, principalmente, sob responsabilidade do operador do sistema. Por outro lado, inicialmente, os operadores deverão controlar os alimentadores das subestações.

Portanto é necessário adequar as instruções de operação para serem utilizadas por ele.

As informações levantadas nesta análise foram de muita importância para a delimitação do estudo e o desenvolvimento dos capítulos seguintes, especialmente, a análise da atividade real a nível de seus mecanismos cognitivos.

É necessária a análise dos principais processos envolvidos na operação do sistema, por eles estar interrelacionados.

Como conclusão final temos que este processo de automação deverá resultar no aumento da complexidade do trabalho a nível mental, devido ao número maior de informações. Por isto se faz necessário o desenvolvimento de um sistema de informação que dê suporte ao gerenciamento e tomada de decisões no posto do operador do sistema de transmissão elétrica, indo de encontro ao objetivo maior da CELESC, qual seja o fornecimento eficiente de energia elétrica ao estado.

9. MODELO CONCEITUAL DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE APOIO À OPERAÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO DE TRANSMISSÃO.

No presente capítulo, é apresentado o modelo conceitual do sistema de informação para apoiar a operação, especificamente, a execução de manobras imprevistas e programadas, no sistema elétrico de transmissão da CELESC. Em primeiro lugar é apresentada uma proposta de mudança organizacional/funcional na operação do sistema elétrico, posteriormente é discutido o modelo conceitual de sistema de informação de apoio à operação do sistema. Este modelo visa apoiar a operação do sistema elétrico com o Sistema Digital de Supervisão e Controle fornecendo procedimentos, informações operativas e orientando os operadores do sistema. Finalmente é validado o modelo e formuladas as respectivas conclusões.

9.1 Introdução.

A implantação de um sistema de informação e de uma nova filosofia de operação exige, também, uma reorganização do trabalho que consiste, principalmente, em definir as atribuições dos postos de trabalho, a estrutura e relações de trabalho e as fronteiras de responsabilidade das partes envolvidas.

Todo processo de mudança tem uma situação transitória, onde vão sendo realizados os ajustes e adaptações necessárias para chegar a uma situação mais estável que podemos chamar de “situação definitiva”.

Com relação à organização, a partir de um esquema organizacional inicial, este pode ir sendo aperfeiçoado durante a situação transitória através de acompanhamento, análise e retroalimentação da situação de trabalho, até chegar a uma organização do trabalho mais estável ou “definitiva”.

A principal sustentação das atividades de operação do sistema é a **informação**. As informações são obtidas, principalmente, do próprio sistema elétrico, do ambiente, da empresa e outras empresas, material técnico – científico, etc. (Ver figura 9.1: **Informação: sustentação da operação do sistema elétrico**)

Para realizar as diversas atividades de operação do sistema elétrico não é suficiente ter toda a informação disponível (Nonaka e

Takeuchi, 1997). É necessário gerenciar, processar e transmitir essa informação. Para isto é necessário desenvolver atividades denominadas de “apoio à operação” que consistem em classificar, ordenar, validar, processar e filtrar as informações para ser disponibilizadas ampla e adequadamente para as atividades de operação.

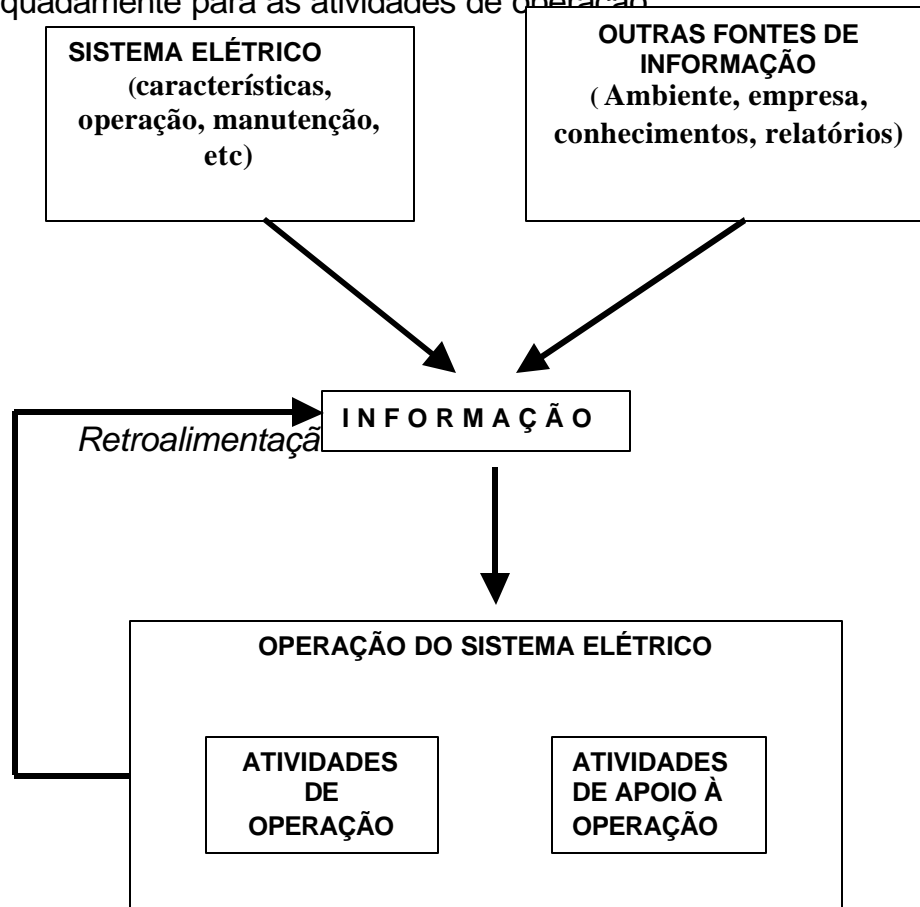


Figura 9.1 - Informação: sustentação da operação do sistema elétrico.

Ainda, é necessário acompanhar os processos para fazer a manutenção e otimização dos sistemas de informações. Esta função é muito importante principalmente nos primeiros estágios da implantação de novas tecnologias.

A primeira parte do modelo conceitual propõe um modelo de gestão funcional/organizacional da área de operação que envolve a definição das funções e relações de trabalho e comunicação. Nesta parte foram importantes os resultados da análise das situações de referência.

As principais áreas ou postos de trabalho da operação, envolvidos na função de supervisão e controle na situação futura são : o Centro de operação do sistema COS, Centro de Operação de Área - COA, Centro de Operação de Distribuição - CODs, Postos de Atendimento - PA e Subestações - SEs.

A Segunda parte do modelo conceitual é a nível do sistema de informação, isto é, definir a estrutura do tratamento e utilização das informações e os módulos ou componentes do sistema de informação.

Com relação ao desenvolvimento do modelo conceitual temos que, além das técnicas de análise ergonômica do trabalho e da atividade cognitiva, o procedimento de concepção do modelo foi orientado e adaptado a partir das abordagens de Sérgio R. Bio (1996) e complementada com a de Rebouças de Oliveira (1993) e Laudon e Laudon (1991) na parte de levantamento e análise da situação existente. Na parte de concepção do modelo conceitual, utilizou-se a abordagem de F. Taylor(1995), além das mencionadas anteriormente.

As fases das abordagens mencionadas são resumidas a continuação:

- **Primeira fase: definição do sistema de informação - SI.**

Nesta fase é necessário definir os seguintes aspectos:

- motivo de realização do trabalho (justificativa);
- recursos humanos e materiais disponíveis;
- objetivos e políticas da empresa;
- levantamento genérico da situação existente e análise inicial: necessidades dos usuários, problemas existentes e principais fluxos de informação;
- definição preliminar do escopo e alcance do SI;
- viabilidade do sistema;
- definir metodologia de desenvolvimento do SI.

- **Segunda fase: levantamento e análise detalhada da situação existente**

- estrutura organizacional do departamento;
- necessidades dos usuários e restrições das atividades;
- problemas existentes;
- processos de tratamento da informação: fluxos de informações, tratamento de informação algorítmica e heurística, processos decisórios;

- definição de objetivos e políticas do SIG congruentes com os da empresa;
- definição do escopo e amplitude do sistema;
- definição de equipes, recursos empregados, cronograma.

• Terceira fase: modelo conceitual

- características dos dados: padronização, propósito, modo e formato da transmissão;
- reestruturação organizacional .
- decomposição do sistema em subsistemas;
- fluxos de informação;
- necessidades de processamento da informação.

Por outro lado, para ajudar no desenvolvimento das duas partes do modelo conceitual (modelo de gestão funcional e de sistema de tratamento da informação), usou-se como estratégia a análise de situações de referência (outras empresas elétricas), que foram importantes como modelo a seguir e como campo de teste de hipóteses.

9.2 Modelo de gestão funcional da área de operação do sistema elétrico

9.2.1 Considerações gerais

Um modelo de gestão funcional é aquele que representa o funcionamento de um sistema e seu gerenciamento operativo, geralmente, além da estrutura hierárquica da empresa, tentando formalizar estruturas auto organizadas, dinâmicas e flexíveis baseadas em conhecimento e que visam otimizar o desempenho do sistema como um todo.

A base para a formulação de um modelo de gestão funcional da área de operação foi dado pelos resultados da análise ergonômica do trabalho, principalmente a nível cognitivo e a modelagem cognitiva dos processos no trabalho, considerando, também, conceitos fundamentais da engenharia do conhecimento como força - tarefa, criação de conhecimento e organização baseada em conhecimento.

Especificamente foram considerados os objetivos e políticas da área de operação, a análise das situações de referência, as características de funcionamento do sistema técnico, o plano diretor de automação, manuais de organização e competência, as restrições impostas pelas condições de trabalho e disponibilidade de recursos e a modelagem dos processos a nível cognitivo. Numa primeira fase, estes aspectos foram analisados em relação a sua adequação a modelos de estrutura funcional de operação automatizada de outras empresas do setor elétrico. A partir desta análise foi adaptado e proposto um novo modelo chamado de gestão funcional, pois visa gerir os esforços e recursos de operação do sistema. Posteriormente, o modelo foi retroalimentado e reformulado através de debates e entrevistas com profissionais direta e indiretamente envolvidos com a operação automatizada do sistema que manifestaram as diversas visões e interpretações sobre como deveria ser a gestão funcional.

Para o melhor entendimento do modelo inicialmente é explicado brevemente o funcionamento da empresa como um todo, identificando a área funcional, objeto deste estudo no contexto da empresa. A seguir é esboçado o modelo de gestão funcional propriamente dito apresentando uma proposta de estrutura funcional para a área, também, um modelo de gerenciamento operativo do atendimento às subestações, missão principal do sistema automatizado, e finalmente, são levantadas e/ou adaptadas as atribuições funcionais dos Centros de Operação do Sistema.

9.2.2 Estrutura funcional e administrativa da Empresa.

Com relação à estrutura administrativa operacional da CELESC temos como órgãos principais (a nível de relacionamento com o SDSC) : a Diretoria de Engenharia e Operação – DEO, subordinada a esta o Departamento de Operação – DPOP, a Divisão de operação do sistema DVOS, as Agencias Regionais, a Divisão de Operação e Manutenção – DVOM, Centro de Operação de Distribuição - COD, entre outros (ver anexo 1.a: organograma da Administração Central).

A partir do modelo funcional da empresa podemos entender e definir melhor as funções da Divisão de Operação do Sistema (DVOS). O modelo funcional está baseado na classificação das atividades que devem ser exercidas para que a empresa cumpra sua missão e atinja os seus objetivos.

O Modelo Funcional é apropriado para a concepção de sistemas de informação em vista de ser quase imutável e não sofrer as constantes mudanças dos modelos baseados na estrutura administrativa. O princípio da Modelagem Funcional

é a decomposição sucessiva do trabalho, de forma hierárquica, em partes cada vez menores:

- missão (definida a partir da filosofia e políticas da empresa);
- as funções Empresariais;
- os processos (necessários para o desenvolvimento da função);
- as atividades, que podem ser algorítmicas e/ou heurísticas, e,
- operações (representam unidades de ação).

Com relação aos processos cognitivos estes são melhor analisados a nível de desenvolvimento das atividades.

O Modelo Funcional da CELESC apresenta as seguintes Funções empresariais (fonte CELESC):

- Administração: Execução de serviços de atendimento e apoio ao funcionamento da empresa.
- Comercial: Vendas, principalmente de energia elétrica, com atendimento ao consumidor, instalação, remoção e leitura de medidor, emissão, entrega e controle do faturamento, resolução de problemas de medição, falta de energia. Incluem programas de orientação e racionalização de consumo.
- Distribuição: Transporte, transformação e distribuição de energia elétrica, envolvendo planejamento, projeto, construção, operação e manutenção de redes em tensão menor de 138 kV e ramal.
- Finanças: Administração dos recursos financeiros, principalmente da receita de arrecadação, envolvendo planejamento, orçamentação, captação, controle dos pagamentos e recebimentos e outras atividades afins.
- Geração: Produção e compra de energia elétrica, envolvendo planejamento, projeto, construção, operação e manutenção de usinas e barragens. Controle da energia comprada.
- Gestão Empresarial: Acompanhamento das operações de negócio da empresa, envolvendo o planejamento estratégico, sistemas de informação, avaliação dos resultados empresariais, contabilidade, custos, auditoria, qualidade e produtividade.

- Mercadológica: Análise e estudo do mercado consumidor de energéticos, das reservas, fontes e recursos dos mesmos. Propaganda e uso do meio ambiente.

- Humanas: Administração dos recursos humanos, envolvendo planejamento, captação, desenvolvimento, planos de controle dos benefícios, obrigações sociais, seguridade social. Planos de lotação, de administração salarial e de capacitação de pessoal, etc.

- Materiais e Serviços: Administração dos materiais e serviços, envolvendo o planejamento, suprimento, armazenamento e controle dos mesmos. Planos de compras, controle de estoque, recuperação de materiais e equipamentos.

- Transmissão: Transporte, transformação, transmissão de energia elétrica, envolvendo planejamento, projeto, construção, operação e manutenção de subestações e linhas em tensão superior a 138 kV.

A DVOS está inserida dentro da função empresarial de Transmissão e relacionada com as funções de Gestão empresarial e Distribuição. Considerando este modelo funcional, podemos analisar melhor a estrutura funcional/organizacional da divisão.

A DVOS tem a missão de coordenar a operação do sistema elétrico de transmissão da CELESC tendo como função principal gerenciar e apoiar a operação de subestações e linhas em tensão superior a 138 Kv.

9.2.3 Proposta de estrutura funcional da operação do sistema

Conhecendo as diretrizes básicas do Plano Diretor de Supervisão e Controle da CELESC; tomando como situações de referência a estrutura funcional de empresas como a CPFL, CEEE, ELETROSUL, etc.; estudando as atividades desenvolvidas; realizando diversas entrevistas aos trabalhadores envolvidos e, considerando que a operação do sistema elétrico envolve dois tipos de atividades, isto é, atividades relacionadas com a própria operação e atividades de apoio a operação; pode-se propor uma estrutura a nível funcional e administrativa para a operação e controle do sistema elétrico, a nível da Divisão de Operação do Sistema, explicada a seguir:

Na figura 9.2 - **Estrutura funcional proposta para a Divisão de Operação do Sistema - DVOS**, pode-se observar em primeiro lugar a

chefia da DVOS, que tem a função de gerenciar a operação do sistema, envolvendo principalmente funções de direção, integração, suporte, planejamento e controle dos processos envolvidos na operação do sistema. Para apoiar na execução destas atividades, a chefia da divisão tem o setor de “apoio gerencial”.

As atividades de manutenção são de responsabilidade das DVOMs e as atividades de operação ficam sob a responsabilidade da Divisão de Operação do Sistema (DVOS). Esta divisão por sua vez tem sob sua responsabilidade a coordenação e operação do sistema através dos Centro de Operação do Sistema - COS - e os Centros de Operação de Área – COAs Sudeste, Norte e Oeste. Estes centros de operação do sistema estão compostos por uma supervisão de operação e programação (SUOP), responsável direta pela operação do sistema e execução de programas no dia a dia. Como suporte para o desenvolvimento eficiente das atividades dos centros de operação temos uma Supervisão de Apoio à Operação (SUAO), que realiza atividades de suporte ao sistema técnico como manutenção do SDSC e seu sistema de telecomunicação, elaboração e atualização de procedimentos, diagramas, tratamento e fornecimento de dados necessários para operar e otimizar o sistema, etc. Por último, temos os postos de operação sob a condução dos despachantes que estão subordinados diretamente à supervisão de operação e programação (SUOP).

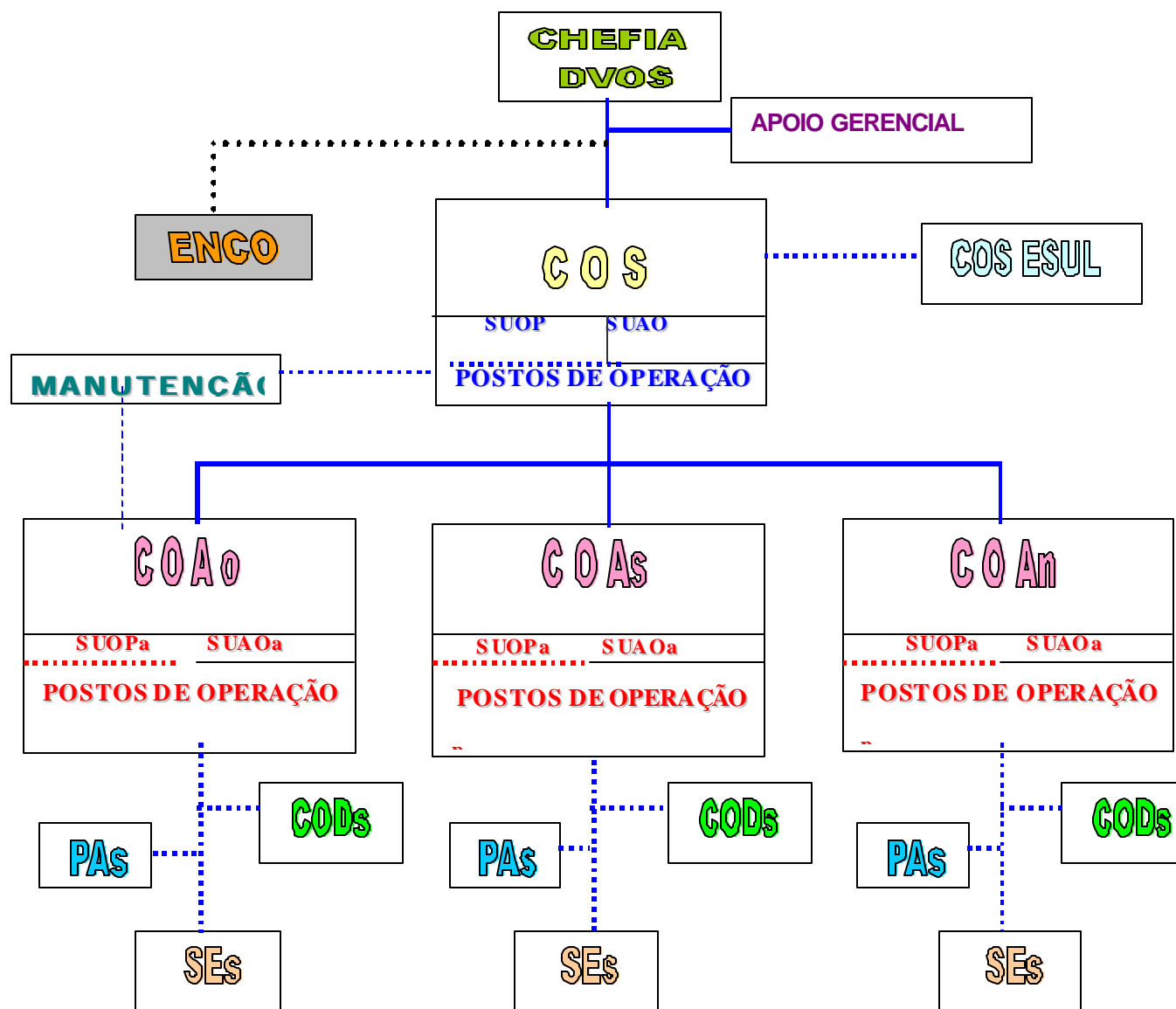


Figura 9.2 - Estrutura funcional proposta para a divisão de operação do sistema - DVOS

LEGENDA

♦ RELAÇÕES FUNCIONAIS
HIERÁRQUICAS: ————

♦ RELAÇÕES FUNCIONAIS
DE COMUNICAÇÃO:♦

Por outro lado, relações funcionais de comunicação serão estabelecidas entre o COS, os COAs, os CODs, PAs e SEs. As principais relações de comunicação/coordenação serão estabelecidas entre o COS, COAs e CODs, pelo menos nos primeiros estágios de implantação do sistema automatizado de controle.

Outras relações funcionais de comunicação serão estabelecidas entre COS e COAs com a área de manutenção, principalmente, para coordenar programas de desligamentos e serviços tanto no âmbito da CELESC como a nível das interligações.

A estrutura funcional proposta tem como critério principal dar condições adequadas a nível funcional para a operação do sistema elétrico, promovendo a agilidade na operação e diminuição dos mecanismos burocráticos. Assim é proposta a integração das atuais supervisões de operação e supervisão de programação, para formar a Supervisão de Operação e programação pela afinidade nas funções de natureza operacional e considerando que a programação e execução de manobras vai ser responsabilidade dos Centros de Operação do sistema.

Por outro lado a atual supervisão de Procedimentos técnicos (SUPT) e a área de Engenharia de Centros de Operação, passaram a compor a Supervisão de Apoio à operação (SUAO), promovendo a integração das atividades envolvidas por ser uma necessidade operativa.

A Engenharia de Centros de Operação - ENCO, uma vez implantado e operativo o SDSC, deverá realizar trabalhos de manutenção e desenvolvimento relacionados com o próprio SDSC; realizar atividades de acompanhamento e controle do subsistema de telecomunicações que atende o SDSC e, finalmente, dar suporte aos usuários do sistema. É recomendável inserir posteriormente as funções da ENCO, dentro das atribuições da Supervisão de apoio à operação – SUA0.

A coordenação geral da supervisão e controle fica sob responsabilidade do COS. A Operação e controle propriamente ditos ficam com os Centros de Operação de Área (COA) subordinados funcionalmente ao COS.

Com relação aos Centros de Operação de Distribuição (CODs), estes devem manter relações de comunicação/coordenação com os COAs mas sem perder sua autonomia de ação, isto, por ter funções essencialmente operacionais e considerando a tendência de integração

transmissão – distribuição. Tanto os COAs como os CODs têm controle sobre as subestações e autoridade sobre os Postos de Atendimento (PAs), podendo acioná-los em qualquer momento. Em caso de ocorrência no sistema de transmissão elétrica prevalecerá a autoridade dos COAs sobre os PAs com a devida coordenação com os CODs.

Os postos de atendimento - PA podem ficar subordinados aos órgãos de manutenção, pelo menos nas primeiras etapas de funcionamento do SDSC. Na estrutura atual os CODs estão subordinados à DVDI. Porém, as atividades operacionais deverão ter prioridade sobre as atividades de manutenção, sendo que atividade operacional envolve equipamentos em operação (ligados) e as atividades de manutenção envolve equipamentos e instalações fora de operação (desligados, impedidos, isolados). Isto porque as atividades de manutenção são mais flexíveis em relação à programação de atividades. Em caso de ser necessária a realização de atividades operacionais, principalmente a nível de transmissão elétrica, a coordenação com os PAs e CODs deverá ficar sob controle dos centros de operação.

Cabe ressaltar que esta proposta de estrutura funcional / administrativa é inicial, mas, necessária no processo para futuramente chegar a uma estrutura mais estável ou “definitiva”.

9.2.4 - Estrutura proposta de atendimento às subestações

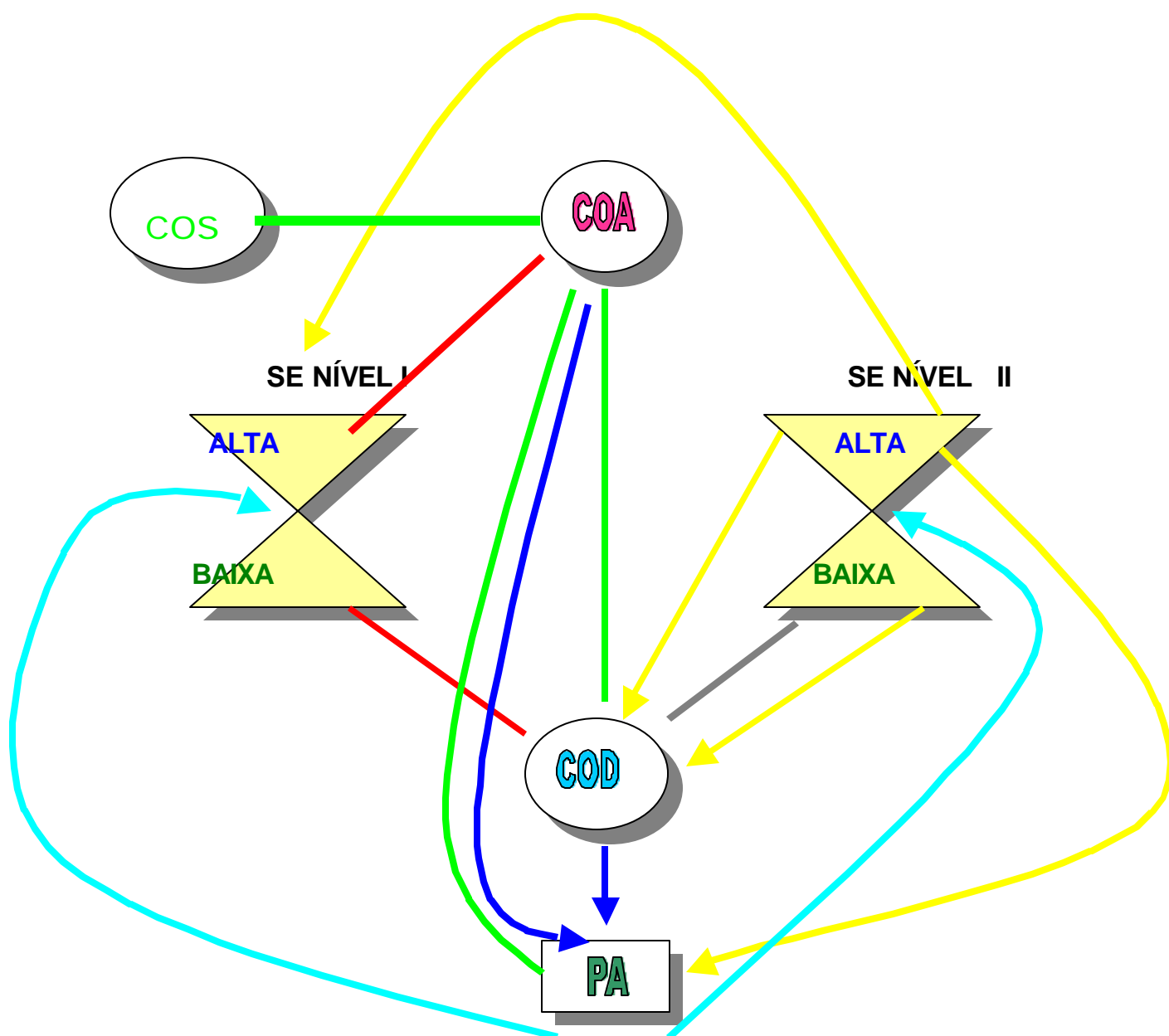
Neste trabalho, vamos considerar o termo telecontrole como a disponibilidade conjunta de sistema de telesinalização e sistema de telecomando para uma determinada subestação ou equipamento. O prefixo “tele” é utilizado preferencialmente, neste relatório, nas situações automatizadas para indicar uma ação remota. Assim, como foi definido pela empresa, as subestações de nível I são aquelas com “telecontrole” e as subestações de nível II são aquelas que somente têm sinalização.

Conforme a figura 9.3 - *Estrutura proposta de atendimento às subestações*, a parte de alta tensão da SE de Nível I seria telecontrolada, em tempo real, pelo COA. Qualquer ocorrência disparará alarme no COA que pode utilizar o telecontrole ou acionar o PA se a ocorrência exige uma ação no local. Nos primeiros estágios de funcionamento da nova estrutura, por problemas de telecomunicação direta entre COA e PA, muitas vezes o COA vai ser obrigado a acionar o PA através dos CODs.

Nas SEs de Nível II, a parte de alta tensão deverá telesinalizar alarme ao COD ou ao Posto de atendimento (PA) ou, ainda, a uma subestação de Nível I,

que por sua vez, retransmite esses mesmos sinais para o COA que poderá realizar telecontrole ou acionar um PA, geralmente, através dos CODs. O COD poderá acionar o PA para atender uma subestação. No caso de telesinalização direta para os PA, estes poderão atender as subestações em coordenação com o COA.

Quanto a parte de baixa tensão, as SEs de Nível I deverão ser telecontroladas pelo COD. A baixa tensão das subestações de nível II deverá telesinalizar para o COD. Assim, o COD terá a possibilidade de efetuar telecomando dos religadores ou convocar eletricitistas de plantão e/ou PA. COAs e CODs deverão realizar a coordenação das ações sob a orientação dos primeiros.



LEGENDA







| | |
|-----------------------|---|
| Telecontrolar |  |
| Telesinalizar |  |
| Acionar |  |
| Realizar |  |
| Coordenar |  |
| Futuro (telecontrole) |  |

Figura 9.3 - Estrutura proposta de atendimento às subestações

No futuro, além de outras medidas, poderia ser estabelecido sistema de telecontrole para a baixa tensão das subestações de nível II por ser relativamente viável.

O pessoal dos PAs vai precisar um treinamento bastante completo, pois no futuro, não vão participar da tramitação da decisão na execução de programas e, por outro lado, vão precisar ter um conhecimento mais generalista, sendo importante, portanto, a formação técnica desse pessoal.

Por restrições econômicas muitos CODs não têm comando dos Alimentadores. Em CODs que têm varias subestações deverá ser colocado telecomando.

9.2.5 Atribuições funcionais propostas na área de operação do sistema.

A seguir são especificadas as atribuições funcionais propostas para os postos de trabalho da área de operação do sistema. As atribuições desenvolvidas na situação atual, no momento da pesquisa, são apresentadas no item 7.2.4 deste trabalho de pesquisa (Organização atual do trabalho na área de operação).

9.2.5.1 Chefia da Divisão de Operação do Sistema – DVOS/ Setor de apoio Gerencial.

São propostas as seguintes atribuições funcionais:

- dirigir e integrar o trabalho das diversas áreas da Divisão de operação do sistema
- DVOS - visando o seu desempenho eficiente;
- elaborar o planejamento estratégico da DVOS;
 - estudar novos "softwares" a pedido das seções, para a confecção de banco de dados e relatórios;
- analisar as necessidades de comunicações operativas da CELESC;
 - supervisionar, solicitar e aprovar os relatórios das diversas seções;
- trocar informações com as Empresas interligadas;
 - participar dos grupos de Trabalho de análise e estudos de operação;
 - supervisionar o acompanhamento da carga própria de demanda e adquirida;
- supervisionar, analisar e divulgar o "Boletim Estatístico Diário de Operação";
 - supervisionar o controle diário dos reservatórios e programação horária da geração das Usinas da CELESC;
 - supervisionar e aprovar o "Boletim Estatístico Mensal da Operação";
 - supervisionar a utilização dos veículos à serviço da DVOS;
 - supervisionar e divulgar a aplicação dos estudos de apoio à Operação elaborados pelas demais Divisões do DPOP (Departamento de Operação);
 - supervisionar a participação dos empregados na "análise de projetos básicos das Subestações da CELESC;
 - supervisionar a elaboração dos Diagramas Unifilares Operacionais (DUO);
 - supervisionar a elaboração das Instruções de Operação das Usinas e Subestações da CELESC;
 - representar ou supervisionar representantes da Divisão em reuniões de coordenação da operação interligada);
 - Aprovar e ou realizar compras;
 - Coordenar propostas de criação de novos cargos e funções.

9.2.5.2 O Centro de Operação do Sistema - COS

O Centro de operação do Sistema - COS está sendo dotado de suporte de informática e telecomunicação para efetuar a coordenação global da operação do sistema elétrico de transmissão. Esta área deverá estar composta pelos seguintes postos de trabalho: Supervisão de Operação e Programação (SUOP); Supervisão de Apoio à Operação (SUAO) e Postos de Operação (PO), este último sob responsabilidade dos despachantes. A seguir são mostradas as atribuições propostas para estes postos de trabalho:

• **Supervisão de Operação e Programação (SUOP).**

A SUOP deverá ter as seguintes atribuições:

- Organizar e tratar os dados coletados em tempo real e inseri-los, quando necessário, nos diversos arquivos de apoio; (Para realizar esta função o pessoal da SUOP precisa um terminal do Sistema Digital de Supervisão e Controle em tempo real);

- Tomar decisões operacionais; (responsabilidade da SUOP quando os despachantes não chegam a uma decisão em primeira instância);

- Orientar os despachantes, principalmente, durante contingências;
- Participar dos grupos de estudo da operação interligada designados pelo departamento;

- Elaborar relatórios e listar equipamentos com ocorrências/manobras repetidas, a partir do Registro Diário de Ocorrências - RDO;

Nota.- Considera-se que o RDO será gerado automaticamente pelo Sistema Digital de Supervisão e Controle.

- Acompanhar a programação semanal e diária de operação das usinas do sistema CELESC;

- Acompanhar a entrada em operação ou energização de novas instalações ou ampliações de subestações;

- Estudar as ocorrências verificadas no sistema (principalmente com proteções) e, solicitar, se necessário, a análise de ocorrências e as melhorias operacionais;

- Emitir relatórios com informações do sistema que servirão de base para os estudos das outras áreas da Empresa;

- Trocar informações com as Empresas interligadas;

- Analisar, aprovar e editar, se for necessário, o OSI (Relatório de Ocorrências do Sistema Interligado);

- Supervisionar o controle e operação do Sistema da CELESC;

- Supervisionar e aprovar programas de desligamentos para novas instalações na CELESC;

- Atuar como colaborador do CEFA;

- Aprovar, elaborar e coordenar programas de desligamento PD e serviços especiais PESE no sistema de transmissão elétrica a nível de Interligações;

Nota.- Em caso de necessidade e fora do horário comercial, esta atribuição seria assumida pelo despachante.

Esta função pode ser subdividida nas seguintes atribuições:

- Elaborar e coordenar programa de desligamento (PD) nas interligações para serviços da CELESC, com sua respectiva autorização de impedimento (AI) e ordem de manobras (OM);
- Coordenar autorização de impedimento (AI) nas interligações para serviços da ELETROSUL com seu respectivo programa de desligamento (PD) e ordem de manobras (OM);
- Elaborar e coordenar Programa de Execução de Serviços Especiais (PESE) nas interligações para serviços da CELESC, com sua respectiva autorização para trabalhos em equipamentos energizados (ATEIE) e procedimentos operacionais;
- Coordenar autorização para trabalhos em equipamentos energizados (ATEIE) nas interligações para serviços da ELETROSUL, com seu respectivo programa de execução de serviços especiais (PESE) e procedimentos operacionais;
- Elaborar relatório dos desligamentos programados e serviços especiais (DEPRO), nas interligações.

• **Postos de Operação do Sistema (POS)**

- Supervisar e monitorar o sistema elétrico de transmissão para garantir permanentemente a segurança, continuidade, qualidade e economicidade de suprimento de energia a todo o Estado de Santa Catarina. O detalhamento das funções de despachante do sistema constitui-se das seguintes tarefas:
 - Trocar informações com as Empresas interligadas, principalmente ELETROSUL, visando o adequado fornecimento de energia elétrica e a execução de manobras programadas ou em caráter de emergência nas interligações;
 - Coordenar a operação do sistema com os Centros de Operação de Área;
 - Operar, em tempo real ou não, os sistemas de transmissão elétrica, assumindo a função de outros Centros de Operação, quando necessário;
 - Controlar a tensão do sistema;
 - Tomar decisões operacionais corretivas e/ou preventivas em caráter de emergência;
 - Elaborar relatório de OSI (Ocorrências do Sistema Interligado);
 - Efetuar pré - análise das ocorrências com a finalidade de cumprir e fazer cumprir as Instruções e Normas de Operação e Segurança, visando manter a qualidade da operação e a segurança do pessoal e dos equipamentos;
 - Registrar e coordenar as manobras de recomposição de linhas e equipamentos desligados em decorrência de defeitos ou perturbações, que envolvem mais de uma área de operação, recebendo informações do Sistema Digital de Supervisão e Controle. A principal comunicação é mantida com o COA;

- Registrar e coordenar as alterações de geração nas usinas em função dos desvios de carga verificados em relação a programação prévia, dando instruções aos operadores, visando obter condições satisfatórias de regulação da frequência do sistema;

- Coordenar a execução das manobras de regulação de tensão e frequência, bem como do controle dos carregamentos em equipamentos e linhas do sistema elétrico da CELESC, visando manter a qualidade, continuidade e economicidade de fornecimento;

- Coordenar as operações nas interligações CELESC/ELETROSUL e registrar ocorrências e dados de controle de reservatório e de carga relativas aos pontos de intercâmbio CELESC/ELETROSUL, das usinas interligadas e de auto-produtores.

• Supervisão de Apoio à Operação (SUAO)

São propostas para esta supervisão as seguintes atribuições:

- Coordenar e integrar o trabalho dos Centros de operação do sistema elétrico;

- Executar as funções avançadas de análise e estimação de estado de rede à medida que for sendo implantada;

- executar a nomenclatura e numeração operacional do sistema;

- formatar, emitir e criar banco de dados das instruções de operação;

- Desenvolver e dar suporte ao sistema de informações operacionais da área de operação visando o fluxo de informações, integração das diversas áreas e a maior eficácia da operação do sistema elétrico

- Definir as filosofias para a elaboração de instruções normativas;

- Elaborar as instruções normativas de interligação com a ELETROSUL;

- Coletar dados de intercâmbio e dados hidrológicos;

- Dar apoio a tarefas inerente à Estatística (Confecção de gráficos estatísticos);

- Emitir dados estatísticos - operacionais;

- Elaborar RMP (Relatório Mensal Padronizado);

- Coordenar a elaboração e atualização de instruções de recomposição e de instruções específicas de operação (transformadores, linha viva, trafo móvel, cabo subterrâneo, paralelismo de alimentadores, etc.) nos COAs;

- Supervisionar a elaboração e atualização de Diagramas Unifilares Operacionais nos COAs;

- Atualizar o mapa do sistema de transmissão da CELESC;

- Propor a criação de novos cargos e estabelecer os critérios de seleção.

- Desenvolver as atribuições de Engenharia de Centros de Operação – ENCO

Uma vez implantado e em operação o SDSC, a ENCO deverá cumprir as seguintes atribuições:

- **Realizar trabalhos de manutenção e desenvolvimento relacionados com o Sistema Digital de Supervisão e Controle. Estes trabalhos envolvem, principalmente, atividades de elaboração de telas, diagramas, interfaces, desenvolvimento de programas de computador, ajustes e testes do sistema e planejamento do desenvolvimento do sistema;**
- Realizar atividades de acompanhamento e controle do subsistema de telecomunicações, que atende o Sistema Digital de Supervisão e Controle;
- Dar suporte ao usuário do SDSC e a clientes da informação de outras áreas da empresa na utilização do sistema;
- Apoio no treinamento de pessoal relacionado com o SDSC;

9.2.5.3 O Centro de Operação de Área - COA

Os Centros de Operação Área - COAs serão dotados também com o SDSC para efetuar o monitoramento e comando em tempo real dos equipamentos das subestações situados numa dada região geo-elétrica. Cada uma das áreas será constituída de modo tal que, no interior de suas fronteiras, toda e qualquer ação de comando e monitoramento não afetará nem será afetada pelas ações das áreas vizinhas. Está prevista a implantação de 03 (três) COAs : COA Sudeste, COA Norte e COA Oeste.

Esta área deverá estar composta pelos mesmos postos de trabalho do COS, mas com funções descentralizadas para cada área de operação e sob coordenação dos respectivos postos do COS, isto é: Supervisão de Operação e Programação de área (SUOPa); Supervisão de Apoio à Operação de área (SUAOa) e Postos de Operação de Área (POA), este último sob responsabilidade dos despachantes. A seguir são mostradas as atribuições propostas para estes postos de trabalho:

- **Supervisão de Operação e Programação de Área (SUOPa);**

A SUOPa, tem as seguintes atribuições na sua área de abrangência:

- Organizar e tratar os dados coletados em tempo real, no sistema elétrico regional, e inseri-los, quando necessário, nos diversos arquivos de apoio;
- Tomar decisões operacionais; (responsabilidade da SUOPa quando os despachantes não chegam a uma decisão em primeira instância)
- Orientar os despachantes, principalmente, durante contingências;
- Elaborar relatórios e listar equipamentos com ocorrências/manobras repetidas, a partir do Registro Diário de Ocorrências - RDO;

Nota.- Considera-se que o RDO será gerado automaticamente pelo Sistema Digital de Supervisão e Controle

- Acompanhar a entrada em operação ou energização de novas instalações ou ampliações de subestações;
- Estudar as ocorrências verificadas no sistema (principalmente com proteções) e, solicitar, se necessário, a análise de ocorrências e as melhorias operacionais.
- Emitir relatórios com informações da área de operação que servirão de base para os estudos das outras áreas da Empresa;
- Supervisionar o controle e operação da área do sistema de transmissão elétrica sob a sua responsabilidade;
- Supervisionar e aprovar programas de desligamentos para novas instalações na CELESC;
- Atuar como colaborador do CEFA, o COA, como um todo;
- Elaborar relatório dos desligamentos programados e serviços especiais (DEPRO), no âmbito da CELESC;
- Elaborar e coordenar programa de desligamento (PD) no âmbito da CELESC com sua respectiva ordem de manobras (OM) e mensagem operativa (MO);
- Elaborar e coordenar programa de execução de serviços especiais (PESE) no âmbito da CELESC com seus procedimentos operacionais.

• **Postos de Operação de Área (POA)**

Além das funções de monitorar e controlar em tempo real os equipamentos instalados nas subestações e linhas de transmissão situadas na sua jurisdição, os despachantes de COAs terão sob sua responsabilidade as seguintes atividades na sua região:

- Operar e /ou controlar o sistema de transmissão e eventualmente de distribuição de energia elétrica sob coordenação direta do COS/POS, principalmente em situações que podem envolver outras áreas do sistema elétrico;

- Controlar tensão das subestações da região;

- Autorizar, orientar e coordenar a realização de manobras, desligamentos e serviços de manutenção de emergência em subestações da sua área de abrangência;

- A partir das informações recebidas, através do SDSC, executar as seguintes ações no sistema de transmissão: definir prioridades no atendimento; planejar e coordenar as manobras no sistema elétrico em condições de emergência, executar funções de telecontrole; localizar e orientar o isolamento de trechos defeituosos;

- Definir os recursos necessários à normalização do fornecimento de energia e da operação do sistema, acionando se necessário, os Postos de Atendimento - PA. Nestas situações, os PA ficaram subordinados, em caráter prioritário, aos Centros de Operação do Sistema – COS/COA;

- Elaborar Registro Diário de Ocorrências - RDO;

- Acompanhar e gerenciar a entrada em operação de novas instalações;

- Tomar decisões operacionais;

- Recompôr ou regular o sistema de transmissão elétrica;

- Comandar as subestações de nível I ou controladas, chaveando os equipamentos manobráveis em condições normais ou de emergência;

- Coordenar a recomposição e/ou regulação das subestações de nível II ou não controladas;

- Coordenar e trocar informações operativas com os Postos de Atendimento - PAs, Centros de Operação da Distribuição - CODs, Divisões de Manutenção de sua área e Centro de Operação do Sistema COS, de modo a obter os subsídios necessários a Operação do Sistema;

- Coordenar com os PAs as manobras e ações que visam identificar e isolar possíveis defeitos em SEs, LIs e USs, procurando desta forma minimizar as interrupções e a operação em condição de risco;

- Executar e coordenar programas para desligamentos de equipamentos nas instalações, para manutenção;

- Acompanhar os serviços que estão sendo executados;

- Aprovar e coordenar a realização de serviços de regime de linha viva;

- Elaborar as ordens de manobras das SEs e USs;

- Organizar e tratar os dados coletados em tempo real nos diversos arquivos de apoio e inserir no banco de dados (ou transferir para o COS para que este o faça) as informações relativas às instalações de sua área;

- Coletar dados para o relatório de pós-operação;

- Efetuar análise preliminar das ocorrências verificadas nas instalações;
 - Atuar juntamente com os COAs vizinhos sob coordenação do COS quando houver mudança de condições operativas que os afetem em conjunto;
 - Acompanhar as manobras efetuadas nas SEs e Uss;
 - Orientar os operadores ou eletricitas de subestação e Postos de Atendimento.
- **Supervisão de Apoio à Operação de Área (SUAOa)**

Estas supervisões tem as mesmas atribuições da SUA0 de forma descentralizada, com a diferença que está funcionalmente subordinada à coordenação dela, além de desenvolver suas atividades unicamente na sua área de abrangência.

9.3 Modelo conceitual de sistema de informação

9.3.1 Considerações gerais.

Nesta parte é apresentada a continuação do modelo conceitual, a nível do Sistema de Informação de Apoio a Operação, visando a sua implementação computacional. Nesse sentido, pretende-se estabelecer um modelo conceitual de sistema de informação orientado para a situação atual e futura, que proponha a incorporação de recursos informacionais de apoio às funções críticas de supervisão, controle e regulação, visando diminuir os efeitos dessa complexidade. Deve-se salientar que atualmente as informações são impressas em papel, o que dificulta muito a sua busca e utilização.

Um modelo segundo Pidd (1998), é uma representação simplificada da realidade e tal simplificação deve ser feita com vistas a um uso pretendido do modelo. Em nosso caso o modelo conceitual representa um sistema de informação de apoio a operação no que diz respeito a sua concepção, definição e características relevantes desconsiderando-se os aspectos envolvidos na construção e implementação. Em outras palavras vamos definir o que precisa ser feito, sem entrar no “como fazer”.

A maioria dos modelos cognitivos dos processos de operação apresentados no capítulo 8 fazem parte do sistema de informação. Nesta parte é explicado como devem ser estruturados esses processos dentro de um sistema de informação.

Com relação à viabilidade do sistema de informação, este é tecnicamente viável por apresentar uma estrutura simples e com o potencial de auxiliar efetivamente na melhoria do desempenho do sistema.

Economicamente é viável, por ter quase toda a infra-estrutura necessária implantada ou em processo de implantação. Portanto justifica-se o desenvolvimento do modelo.

9.3.2 Objetivos e requisitos do sistema de informação.

Os objetivos e requisitos do sistema, foram determinados em função dos resultados da análise ergonômica do trabalho, o modelo de gestão funcional e, principalmente, a modelagem cognitiva dos processos de operação.

9.3.2.1 Objetivo geral do sistema de informação.

Como objetivo geral temos o seguinte: conceber o modelo de um sistema para apoiar na função de operar o sistema elétrico de transmissão, principalmente em caso de ocorrências imprevistas ou de emergência e na programação de manobras, visando o restabelecimento da normalidade do sistema de transmissão de energia elétrica mediante o fornecimento de informações claras, oportunas e específicas ao supervisor, dentro de uma seqüência operativa, visando minimizar:

- a) os possíveis erros cometidos pelos operadores;
- b) os tempos de resposta do operador e, portanto, o tempo de interrupção do fornecimento de energia;
- c) a carga de trabalho, sobretudo cognitiva.

9.3.2.2 Objetivos específicos do sistema de informação.

Com relação aos objetivos específicos, o modelo deve orientar o desenvolvimento de um sistema de informação para apoiar e otimizar as seguintes atividades:

- a) elaboração de diagnósticos da situação, em caso de contingência;

- b) acesso às informações contidas nos manuais de instruções de operação;
- c) interpretação e aplicação de procedimentos para o restabelecimento da normalidade do sistema e atualização dos seus dados;
- d) acesso a programas e históricos de manutenção;
- e) gerenciar as comunicações com as áreas envolvidas, através de rede de computadores. Tudo isso dentro da estrutura organizacional proposta.

O objetivo final, é contribuir na melhoria da eficiência operativa e condições de trabalho.

9.3.2.3 Requisitos do sistema de informação de apoio à operação.

Foram estabelecidos os seguintes requisitos para o sistema de apoio à operação do sistema elétrico:

- A interface e estrutura funcional do sistema de informação, deverá ser coerente com as estruturas e processos de ação reais dos operadores do sistema, no desenvolvimento da atividade.
- Compatibilizar lógica de utilização com lógica de funcionamento do sistema.
- O SDSC deverá alarmar as subestações em que houve ocorrência. O sistema, também, deverá apresentar a lista de eventos e os dados da referida subestação e, pelo menos, a configuração básica e estado da rede de transmissão elétrica da região à que pertence a subestação.
- O sistema deverá fazer uso de diagramas, símbolos e cores para registro e apresentação de informações diretamente relacionadas com a ocorrência ou situação anormal.
- O sistema deverá registrar todas as "sinalizações" e outros dados da ocorrência. Estas informações deverão ser fornecidas ao sistema pelo usuário através de um adequado terminal de comunicação. Também o sistema poderá adquirir e registrar a informação de forma automática, quando da implantação do sistema

automatizado de supervisão do sistema, via computador central, isto permitiria também a verificação dos resultados das ações e situação do sistema.

- Registradas as sinalizações, o sistema deverá diagnosticar com máxima certeza a ocorrência, possibilitando a compreensão do problema por parte do operador, dando mais segurança às suas ações.

- Imediatamente, após o diagnóstico, o sistema deverá guiar o operador, na execução do procedimento, com segurança e rapidez, fornecendo as informações necessárias. Também deverá avaliar as consequências das ações executadas e evitar qualquer erro que poderá cometer o operador.

- O sistema exigirá o acompanhamento racional do processo por parte do usuário, ficando com este as atividades mais complexas de tratamento de informação e tomada de decisão.

- Apresentado mais de um problema, o sistema deverá cooperar com o operador do sistema para apoiar o diagnóstico, a priorização das ocorrências, tomada de decisão e resolução de problemas, fornecendo informações claras concisas e oportunas.

- O sistema deve ser flexível, fornecendo informações que acompanhem possíveis mudanças nas condições e estados do sistema, isto é acessar qualquer informação desde qualquer estágio do processo de resolução de problemas do sistema, dando novas diretrizes na tarefa de recomposição / regulação.

- Implementar no sistema, os procedimentos não formalizados, selecionando as melhores estratégias e modos operativos.

- O sistema deverá permitir o acesso a bancos de dados com: a) manobras padronizadas utilizadas, principalmente, para elaborar programas de serviços e desligamentos, assim como na operação propriamente dita para manobras de isolamento de equipamentos, vistoria, mudança de configuração, etc. b) histórico de defeitos e manutenção de equipamento, assim como registros de mudanças na estrutura ou configuração

- Outras informações que o sistema deve fornecer são as capacidades limite de linhas e equipamentos, principalmente para as grandezas de carga, tensão e potência. Também, deve-se indicar as prioridades de linhas e alimentadores quando precisa-se racionar carga.

- O sistema deverá contar com uma rotina para "segurança de dados", que avalie e estime a informação.

- O sistema deve permitir a implementação de um mecanismo para a atualização, mesmo provisória, das possíveis mudanças.
- Deve-se reforçar as comunicações tangíveis entre as áreas envolvidas. Portanto, no desenvolvimento do sistema, deve-se considerar a comunicação em rede via computador ou outro meio.
- O projeto deve considerar a implementação computacional de módulos de procedimentos aplicáveis a diversas situações e condições.
- Implementar um histórico de operação e demanda de energia, principalmente para linhas de transmissão, alimentadores e transformadores, indicando o estado (ligado, desligado, em manutenção), níveis de potência, carga(corrente), tensão
- O sistema também deverá adaptar-se para o uso do pessoal menos especializado e/ou treinado.
- Todas as sinalizações e ocorrências devem ser cuidadosamente registradas para posterior estudo.

9.3.3 Estrutura funcional do sistema de informação.

O termo "estrutura do sistema" designa a maneira como os programas ou módulos são dispostos e sua seqüência de execução dentro do sistema (Kipper et al, 1993).

9.3.3.1 Decomposição do sistema em subsistemas ou módulos.

Um sistema de informação por computador pode ser implementado em diversos subsistemas ou módulos para facilitar o seu desenvolvimento, manipulação e aperfeiçoamento. Cada módulo deve conter processos aplicados a casos específicos de operação ou funções operativas. Um módulo pode ser definido como um sistema de informação por computador para uma função específica que pode ser ativado desde qualquer parte ou a partir de determinados processos de um sistema de informação maior e geral.

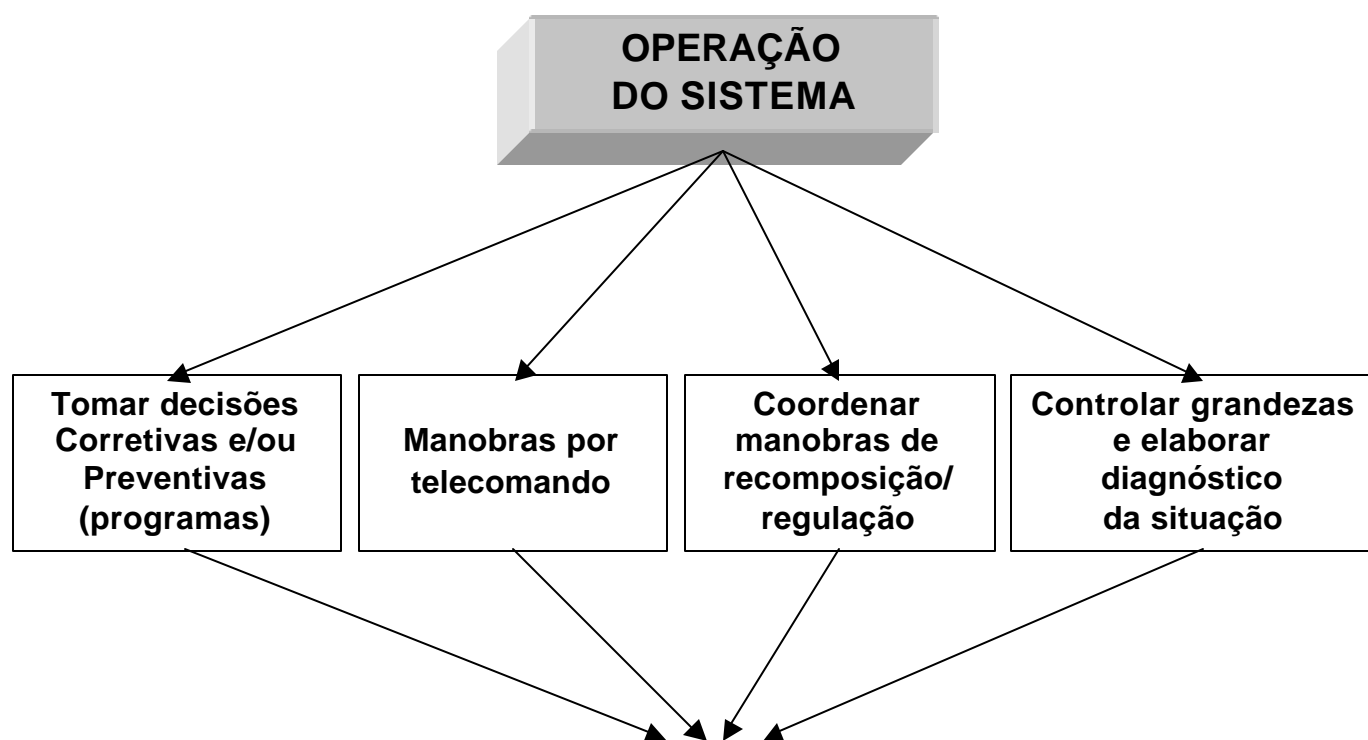
O modelo conceitual de sistema de informação proposto foi elaborado a partir da estrutura básica de operação do sistema. Esta estrutura básica é representada

através de um diagrama (ver figura 9.4) baseado no modelo de Page-Jones (1988, p.13) cuja estrutura ilustra a segmentação do sistema em funções e/ou procedimentos, mostrando sua organização e comunicação. Em termos de entidade - relacionamento, cada entidade é representada por um retângulo e as relações entre as entidades por setas.

As principais funções e procedimentos da operação do sistema elétrico, apresentados de forma resumida na figura 9.4, foram definidos a partir do levantamento da tipologia e frequência das ocorrências no sistema de transmissão elétrica e da análise dos principais processos de tratamento da informação e resolução de problemas. Ambos assuntos são apresentados no capítulo oito deste trabalho.

Na figura 9.4, pode-se observar que a operação do sistema envolve quatro funções principais: tomar decisões corretivas e/ou preventivas; realizar manobras por telecomando; coordenar manobras de recomposição/regulação e, finalmente, controlar as grandezas elaborando diagnósticos da situação. Estas funções são desenvolvidas da seguinte maneira: num primeiro estágio é feito um pré análise da ocorrência ou ação programada. Num segundo estágio é escolhido o procedimento adequado para cada ocorrência. Finalmente é aplicado o procedimento selecionado.

Visando, principalmente, apoiar com informações a execução dos procedimentos identificados, é proposta a divisão do sistema de informação em módulos. Os critérios para definir os módulos foram os seguintes:



Aviso de ocorrência

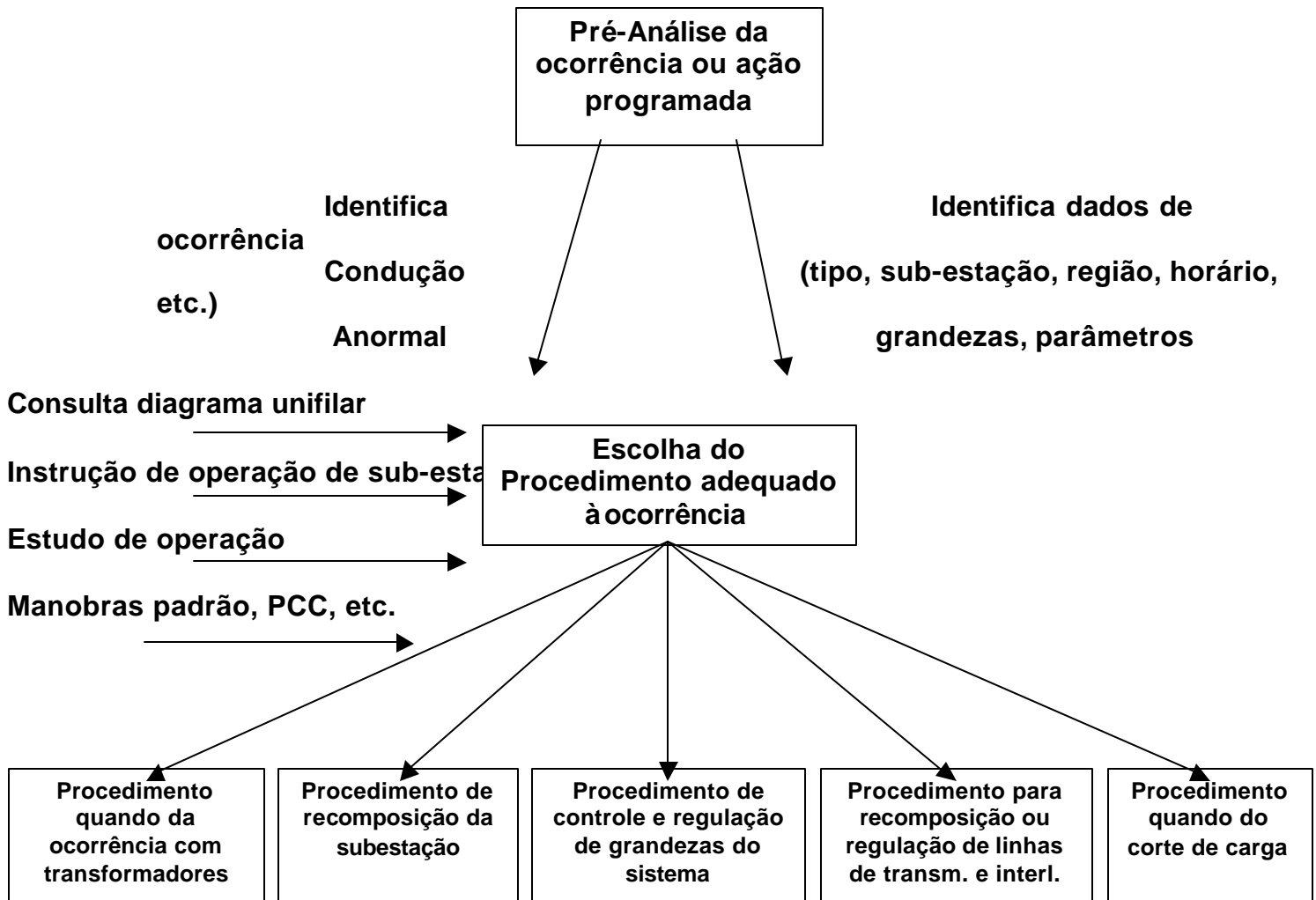


Figura 9.4 - Diagrama da estrutura de operação do sistema

- cada módulo deverá apoiar a execução de um tipo de procedimento operacional. Eventualmente, poderá apoiar a execução de outros procedimentos. Isto, com a finalidade de facilitar o acesso e manipulação das informações;
- cada módulo deverá, se possível, ter uma área responsável pelo gerenciamento das informações. Isto, para facilitar a organização e atualização das informações;
- favorecer a utilização dos módulos em diferentes situações.

A continuação são especificados os módulos do sistema de informação, vinculados aos tipos de procedimentos de operação que deverão apoiar:

- o módulo de estudo de operação para auxiliar nos procedimentos quando da ocorrência com transformadores e linhas de transmissão e interligação. Este módulo pode trabalhar em conjunto com o módulo de instruções de operação;
- o módulo de instruções de operação para os procedimentos de recomposição de subestações;
- o módulo de manobras, com apoio dos módulos de instruções de operação e de estudo de operação, dá suporte aos procedimentos de controle e regulação de grandezas do sistema;
- para apoiar os procedimentos quando do corte de carga deverá ser implementado o módulo de corte de carga;
- o módulo de simulação para o treinamento de operadores e análise do trabalho com o sistema de informação;
- o sistema também deverá contar com outros módulos auxiliares que não ficaram diretamente acessíveis, isto é, serão acessados através de um sistema de menus;
- finalmente é proposto um módulo com diagramas unifilares, (diagrama unifilar é a representação gráfica da configuração e estrutura das subestações) utilizado de alguma forma em quase todos os procedimentos. Estes diagramas de subestações, equipamentos, etc, do sistema elétrico, devem ser armazenados em arquivos gráficos. Tudo isso visando facilitar as atualizações ou mudanças no sistema.

A descrição mais detalhada destes módulos é apresentada posteriormente neste capítulo. Estes módulos de apoio, após implementados, deverão ficar disponíveis o tempo todo nos terminais do SDSC através de uma “barra de ferramentas”.

O sistema visa apoiar, mediante a apresentação de procedimentos e informações com interface ergonômica, às atividades de supervisão e controle, principalmente, em situações de contingência. Finalmente, deverá ser implementado computacionalmente um módulo principal para o gerenciamento global do sistema de informação. Este módulo é considerado fora do modelo conceitual por pertencer à fase do projeto detalhado e de implementação.

Os módulos mencionados deverão ser implementados computacionalmente seguindo a abordagem da engenharia da informação (Kipper et al, 1993). Nesta pesquisa, o sistema de informação (módulos) deve ser coerente com as características da atividade cognitiva do operador do sistema. A diferença das técnicas estruturadas, a engenharia da informação cria modelos de dados e processos para toda a empresa, mesmo que projetados por equipes distintas. Isto é importante, pois, cognitivamente os usuários se adaptam melhor com modelos de dados,

processos, interfaces homem computador, etc. que seguem o formato e estrutura utilizados normalmente pelo trabalhador (Jarufe, 1994).

9.3.3.2 Estrutura do sistema de informação proposto no contexto da situação automatizada.

Uma idéia geral do sistema de informação proposto (SAO) no contexto da situação automatizada ou sistema digital de supervisão e controle - SDSC pode ser dada através da figura 9.5. Nesta figura, podemos observar que o SDSC está composto por três subsistemas que interagem com o sistema elétrico. Nosso sistema - SAO interage tanto com o SDSC, colhendo informação, como com o operador do sistema, apoiando o trabalho de controle e tomada de decisão. Assim as setas representam a transmissão de informações ou o sentido da ação sobre determinado “objeto”. Os “ciclos” também representam processos de retroalimentação.

9.3.3.3 Funcionamento do sistema de informação proposto.

O funcionamento do sistema diz respeito à disposição dos módulos e sequência de eventos. Cabe esclarecer que será esboçado o funcionamento provável do sistema sujeito a mudanças em função de fatores imprevistos e restrições.

Basicamente, o Sistema proposto, deverá realizar inicialmente um tratamento das seguintes informações de entrada: sinais emitidos a distância pelos equipamentos e outras instalações fornecidos em tempo real pelo sistema supervisor - SDSC, os dados próprios do sistema e os dados fornecidos pelos operadores. Como resultado desse tratamento, o sistema elaborará um diagnóstico e ativará o módulo correspondente que apresentará ao usuário as instruções de operação dentro de uma sequência operacional e através de diálogos inteligentes, acompanhados quando necessário de outros dados escritos ou esquematizados, como magnitudes elétricas, configuração do sistema, comportamento da demanda de energia, etc.

A Segunda forma de acionar o sistema de informação projetado consiste no operador “entrar” ou escolher diretamente um dos módulos de execução de procedimentos e seguir as suas orientações de operação. Esta forma de acionamento deverá ser mais utilizada pelos operadores do sistema experientes que preferem “pular” etapas nos procedimentos de operação. Para ambos os casos os módulos de procedimentos são os mesmos, a diferença está na maneira de acesso a eles (por escolha do sistema ou do usuário).

O processo deverá funcionar da seguinte maneira: a partir dos dados coletados / ingressados, uma primeira regra manda o controle para as rotinas correspondentes. Num primeiro nível, o sistema identifica as diferentes combinações de eventos. Para cada combinação, o sistema ativa um módulo que executa um procedimento. Se o procedimento for complexo o sistema ativa outros módulos, solicitando ao usuário, em alguns casos, novos dados.

Hipergrama.- Para facilitar a consulta e compreensão das informações apresentadas, recomenda-se implementa-las utilizando fluxogramas dentro de uma estrutura de hipertexto e/ou hipermídia com “links” entre gráficos, tabelas e textos. Esta estrutura hipertexto com fluxogramas que podemos denominar de “hipergrama” pode ser melhor explicada através da figura 9.6 - Sistema *de informação em uma estrutura hiper diagrama: “hipergrama”*, onde podemos observar, na janela maior, o diagrama do Processo Principal composto de linhas de relacionamento e figuras de diferente forma e cor que simbolizam ações, eventos, procedimentos, etc. que podem ser “expandidos” em novos diagramas. Estes, por sua vez, podem ser reexpandidos, bastando um simples comando do usuário. Um diagrama fala mais que palavras e permite a representação mental da situação de trabalho de forma global e integrada, o que é importante para a elaboração de planos de ação, diagnóstico e tomada de decisões. Estes diagramas associados a recursos de hipermídia aumentam muito mais o poder de procura, seleção, transmissão assimilação e utilização do conhecimento / informação. Uma alternativa viável é codificar as informações em linguagem HTML, aproveitando a disponibilidade de uma moderna e eficiente intranet na empresa

Devem ser consideradas também, dentro deste processo, as comunicações com banco de dados e programas complementares. Estes bancos, deverão estar disponíveis para consulta, quando necessário, e em qualquer estágio do processo de recomposição do sistema. Esta consulta seria através de um menu que solicite informações como código do equipamento, data, e tipo de informação. Em seguida, seriam apresentadas as informações de forma clara e precisa, ocupando parcialmente a tela do computador ou terminal. Da mesma forma, deverão ser utilizados os programas complementares.

9.3.3.4 Estrutura de comunicações para operação do sistema elétrico de transmissão.

O operador do sistema, quando controla o sistema de transmissão elétrica, precisa estabelecer comunicações, muitas vezes em caráter de emergência, com áreas da operação e manutenção (ver figura 9.7). Nesta estrutura de

comunicações estão envolvidas as seguintes áreas: Centro de Operação do Sistema COS, Centros de Operação de Área COAs, Centros de Operação de Distribuição CODs, Postos de Atendimento - PAs, Centro de Operação do Sistema ELETROSUL, Órgão de Manutenção e Subestações - SEs. Para a operação eficiente do sistema é necessária a interconexão em rede destas áreas.

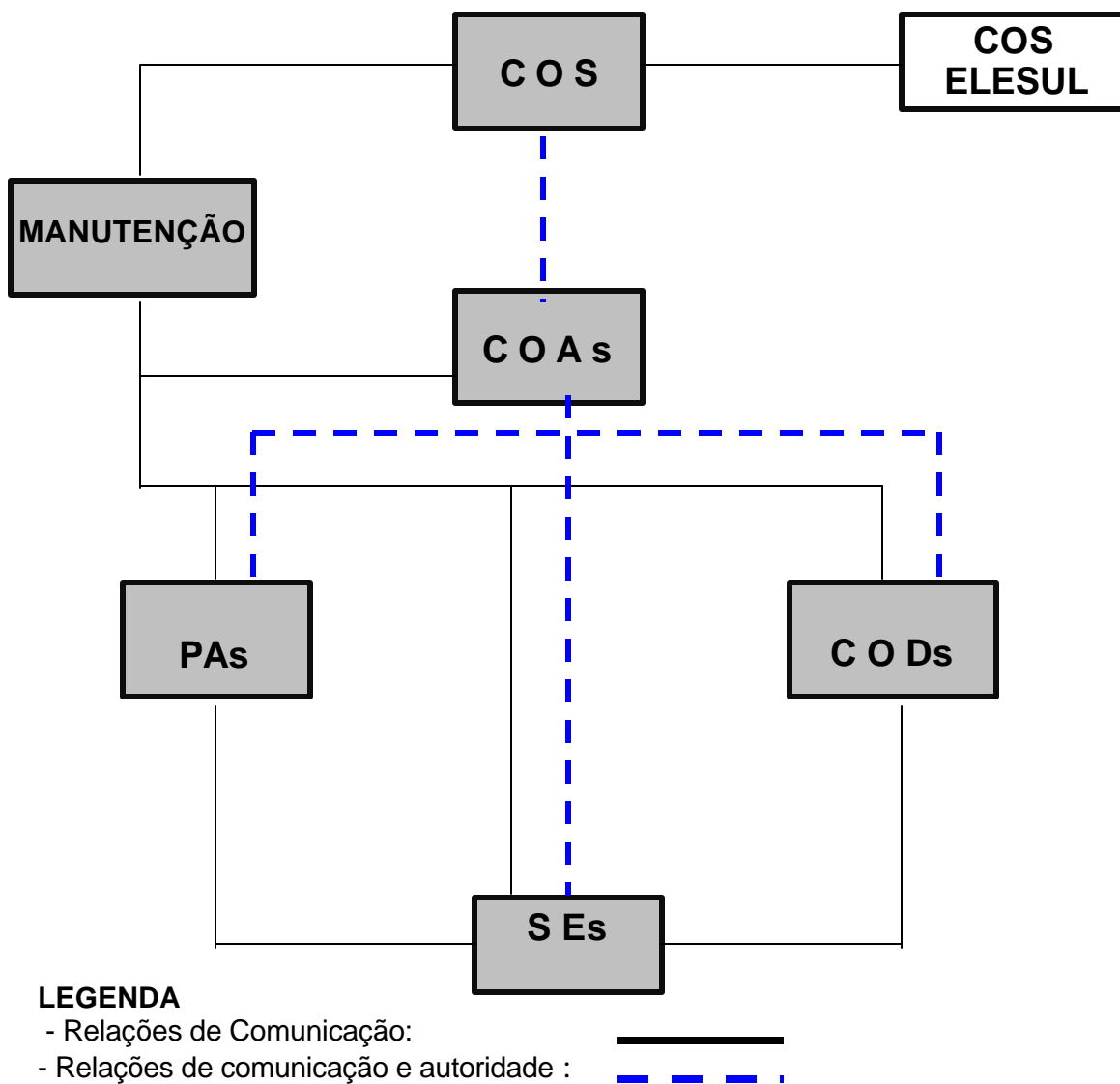


Figura 9.7 - Estrutura de comunicações para operação do sistema elétrico

Portanto, é recomendável estabelecer uma rede de informações entre os setores envolvidos de maneira a permitir um intercâmbio rápido de informações.

9.3.4 Características dos dados: padronização e propósito.

Como foi mencionado na análise da atividade, a falta de padronização do significado dos termos utilizados na operação do sistema elétrico provoca confusão e até erros de operação, principalmente na consulta aos manuais de procedimentos. Propõe-se a criação de um dicionário de dados para ser utilizado e consultado pelo sistema de informação proposto. Nesta seção, temos um dicionário de dados parcial onde foram incluídos os termos técnicos mais importantes em caso de ocorrência, discriminados pelo termo (dados), código (padronização) e finalidade ou propósito (ver figura 9.8).

| DADOS | PADRONIZAÇÃO | PROPÓSITO |
|--------------------|---------------------|---|
| Ocorrência | Ocorrência | Quando se apresenta no sistema uma situação irregular ou de desequilíbrio |
| Remanejamento | Remanejar | Transferir grandezas elétricas excedentes ou possíveis onde for necessário sem quebrar o equilíbrio |
| Transformador | TT-000 | Específica e identifica o equipamento e o seu estado(ligado/desligado) |
| Religador | RL-000 | Específica e identifica o equipamento e o seu estado |
| Barramentos | BR-000 | Específica e identifica o equipamento e o seu nível de tensão |
| Alimentador | AL-000 | Específica e identifica o equipamento e a tensão de saída |
| Elevador de tensão | TAPs | Indica o grau de elevação de tensão na subestação sem geração |
| Disjuntor | DJ-000 | Específica e identifica o equipamento e o seu estado |
| Carga | Qr | é a carga a remanejar |
| Carga | Qe | é a carga estimada |
| Carga | Qlim | é a carga limite da linha receptora da carga a remanejar |
| Carga | Qi | é a carga atual da linha receptora da carga a |

| | | |
|----------|-------------------------|--|
| | | remanejar |
| Potência | (MVAm _{max}), | potência máxima |
| Potência | (MVAre _{al}) | Potência utilizada atual |
| Potência | (MVAi _{mp}). | potência impedida como resultado do desligamento de um transformador |
| Rele | Rele-00 | Indica a atuação de um tipo de proteção |
| Vistoria | Vistoria | Pre-análise da ocorrência - Diagnóstico |

Figura 9.8 - Dicionário de dados

9.3.5 Descrição dos módulos do sistema de informação de apoio à operação.

Nesta seção são descritos, a nível de modelo conceitual, os principais módulos do sistema de informação: módulo principal, módulo de instruções de operação; módulo de apoio à função de programação de manobras; módulo com diagramas unifilares; módulo de corte de carga; módulo de estudo de operação, módulo de simulação e outros módulos complementares. A concepção dos módulos esta baseada na análise da atividade cognitiva do operador do sistema (ver capítulo 8).

9.3.5.1 Módulo principal do sistema.

O programa de controle, módulo principal do sistema, é responsável pelo gerenciamento dos diversos módulos relacionados principalmente com os procedimentos de operação e pela interação operador - sistema.

Este módulo principal pode ativar, quando necessário, módulos pertencentes a diferentes processos mas aplicáveis a diversas situações de características similares, diminuindo substancialmente o volume de informações e facilitando a implementação do sistema de informação.

9.3.5.2 Módulo de instruções de operação

- Reestruturação e inovação nas instruções de operação.

O módulo de Instruções de operação representa um sistema de consulta dos manuais de instruções para operação de subestações e outros

O papel da IO não é ser receita de bolo, ela tem que ser um padrão a seguir e subsidio para tomar decisões. No entanto é necessário que a IO seja uniformizada nas sequências dos procedimentos, no vocabulário e estilo de redação.

Foi realizada a modelagem do processo de recomposição/regulação da primeira subestação totalmente automatizada da empresa (SE Ilha Sul), considerando, também, a estrutura funcional para a situação futura (Ver figuras 9.9, 9.10 e 9.11). A modelagem vai orientar a implementação computacional de um sistema dinâmico de apresentação das instruções de operação numa sequência coerente com as estruturas de ação dos operadores.

Por outro lado, na nova estrutura funcional da operação do sistema elétrico, quando o sistema de telecontrole não resolve o problema (ocorrência) ou se encontra indisponível, o atendimento às subestações é realizado pelos Postos de Atendimento-PA. Os operadores de PA, na prática, por trabalhar em sistema de rodízio, isto é, atender diversas subestações, não adquirem a perícia necessária para regular as instalações pela grande variedade de situações e características dos equipamentos

A solução apontada aqui para o problema apresentado, é desenvolver para cada equipamento instruções detalhadas passo a passo, que passariam a ser um complemento das atuais instruções de operação das subestações. Outras empresas, como a CPFL, implantaram este tipo de instruções, melhorando muito o trabalho na operação. Por exemplo uma instrução de operação pode pedir para isolar um Disjuntor, mas não diz como realizar o procedimento, procedimento que pode variar em função do fabricante e das características do projeto da subestação. Por exemplo puxar uma alavanca a mais em alguns casos específicos para a substituição de um

transformador. Na CELESC, a falta dessa informação provocou danos em transformadores.

Visando implementar esta proposta de manuais de instrução podem ser desenvolvidos os seguintes trabalhos:

- Índice remissivo no final dos manuais, com palavras chaves, indicando a página onde se encontra determinado conteúdo

- Sumário com índice básico facilitando a consulta

- Sistema de consulta, que através de símbolos, remeta o operador a outras partes dos manuais com a finalidade de detalhar mais profundamente determinado conteúdo, geralmente um procedimento ou manobra padronizada, se a pessoa desejar. O operador desta forma pode começar por qualquer parte do documento

- Estes procedimentos ou manobras padronizadas poderiam ser estruturadas, de acordo com as seguintes partes:

- a) nome da manobra ou procedimento;
- b) diagrama do(s) equipamento(s) com as respectivas partes;
- c) procedimentos manuais e automáticos e,
- d) leituras.

Em termos computacionais a proposta apresentada, seria o desenvolvimento de um sistema de “hipertexto”.

- Outras propostas/hipóteses em relação aos procedimentos de operação.

- Uma outra contribuição poderia ser utilizar cores em equipamentos e dentro dos manuais de procedimentos para facilitar a identificação e execução de ações. Assim por exemplo pode-se utilizar o cor vermelho para o bloqueio; amarelo para o liga/desliga, etc.

- Também poderia ser utilizado, no treinamento, gravações com os tipos de ruído dos equipamentos. Por exemplo, dá para distinguir pelo barulho, o abre do fecha num equipamento.

- Com relação aos procedimentos, seria muito útil fazer um manual de interpretação de relés padronizado e abrangente ao mesmo tempo.

- Existem instruções de operação que praticamente não sofrem modificações e/ou podem servir para todo ou parte do sistema, mesmo em diferentes estados e contextos. Por exemplo, temos as instruções relacionadas com transformadores móveis que dificilmente sofrem modificações e são aplicadas em qualquer caso.

- Precisam ser criados mecanismos de controle que permitam ter as IOs sempre atualizadas

9.3.5.3 Módulo de apoio à função de programação de manobras

Em primeiro lugar, vamos propor alguns requisitos de um módulo de apoio à função de programação de manobras, explicados a seguir:

- O andamento da execução dos programas deve ser retransmitido pelos despachantes, de um turno a outro, através do sistema.
- As atividades de programação de manobras serão descentralizadas para os COAs.
- O sistema de informação para programação de manobras deverá permitir a comunicação, via rede de computador preferencialmente, entre os seguintes setores: COS, COAs, CODs, PAs, COS ELETROSUL, Manutenção, SEs
- O sistema deverá contar com um banco de dados que contenha as manobras padrão e manobras das IO e um banco de dados para armazenar e recuperar programas executados.
- O sistema de informação também deverá indicar para cada programa data e horário de início e data de termino no próprio programa e em listagens resumo.
- O sistema deverá contar adicionalmente com uma data e horário (mês/dia/hora/minuto) com a finalidade de alertar (com alarme sonoro) automaticamente e com a antecedência desejada ao despachante para início das providências relativas àquela manobra;
- Capacidade para até 100 programas com previsão de até 100 sequências de manobras por programa;

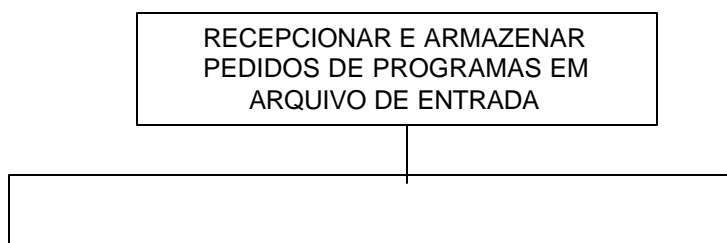
- Capacidade de pesquisar e analisar as programações e sequências de manobras segundo a cronologia das mesmas;
- Capacidade para inserir, alterar ou eliminar programações e sequências de manobras;
- Capacidade de entrar com textos em formato livre (sem consistências ou validação), reservando para cada Programa de Manobras, no mínimo uma tela.

Por outro lado está-se procurando padronizar a totalidade das manobras. Uma forma de padronizar todas as manobras é criando setores dentro de uma subestação para os quais pode ser aplicado uma manobra. Fora desta área física, não pode ser aplicada a manobra padrão. Estes setores ou áreas dentro de uma subestação podem ser classificados em: Trafos (transformadores) de força; trafos de serviço auxiliar TSA; trafos de Aterramento TA; Barra principal I; Barra principal II; Barra auxiliar; Alimentadores; Bancos; Linhas (LT e LI).

Outro problema está na atualização das manobras padronizadas, pois, regularmente, instalações e equipamentos do sistema elétrico sofrem mudanças e/ou alterações. Em consequência disto algumas manobras padronizadas ficam invalidadas. Uma solução possível é criar um sistema de controle que funcionaria assim: pode-se criar uma variável ou característica do objeto *manobra padronizada* contendo como valores os estados e datas dos equipamentos envolvidos na mesma. Se for alterado ou trocado um desses equipamentos, o campo terá o valor “Desatualizado”. Para isto, o banco de dados de manobras deverá fazer um cruzamento com o banco de equipamentos que também será necessário para atualizar diagramas e instruções, etc.

- Modelo de funcionamento e/ou tratamento da informação do módulo de apoio à programação de manobras

O funcionamento do módulo pode ser melhor explicado e compreendido, através da figura 9.12 (a forma oval representa alternativas e o quadrado representa ações).



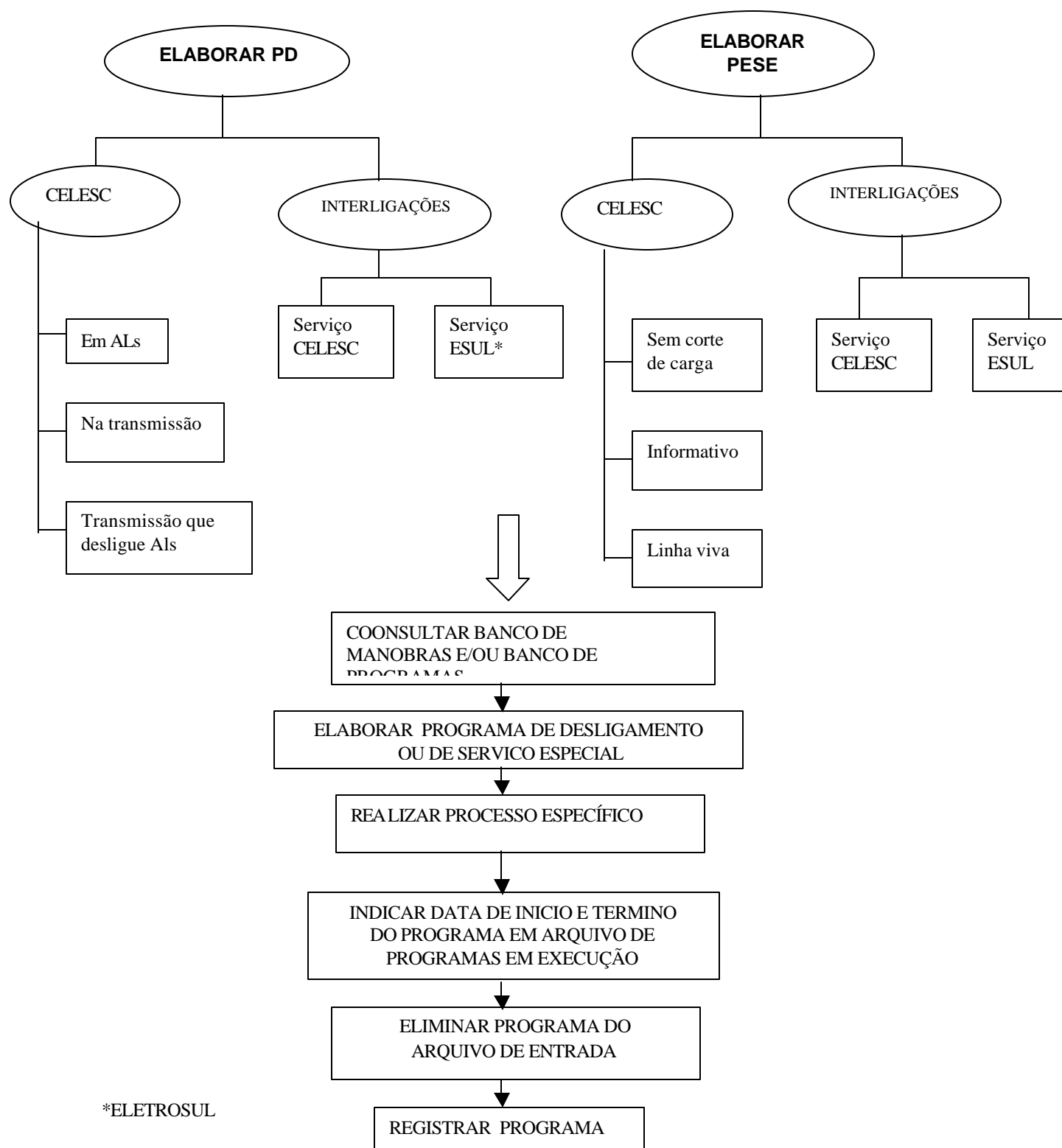


Figura 9. 12 – Estrutura do tratamento de informações da atividade de programação de manobras

específicos de tratamento da informação para a execução de programas, por parte do operador do sistema, consistem basicamente na comunicação / transmissão de documentos ou objetos de informação entre os setores envolvidos.

Nas próximas figuras (9.13, 9.14, 9.15, 9.16....9.30) são representados os processos propostos de comunicação / transmissão de “objetos de informação” entre os setores responsáveis pela execução de manobras programadas para todos os casos possíveis. Assim, são apresentados os processos específicos na situação atual e seguidamente os processos específicos propostos para a situação futura automatizada. Portanto o módulo deverá consistir num Gerenciador de Informações em Rede - GIR. É necessário, para a sua melhor compreensão, explicar a nomenclatura utilizada nos mencionados diagramas.

Na situação atual os setores envolvidos são: DVOS, DVOM (Divisão de Operação e manutenção), COD, SE, COS ELETROSUL, SUPR (Supervisão de Programação). Na situação futura os setores envolvidos são: Manutenção, COS, COA, COD, PA, SE s/op, COS ELETROSUL

No caso da CELESC o objeto programa de desligamento PD, precisa de outros sub-objetos: a Ordem de manobra (OM) e a Mensagem Operacional (MO)
O PESE precisa de um procedimento operacional - PO
CELESC

PD —————> **OM**
 > **MO**

PESE —————> **PO**

No caso de Interligações, um PD precisa dos sub-objetos Autorização de impedimento AI e Ordem de Manobra - OM. Por outro lado o objeto Programa de Execução de serviço Especial – PESE precisa dos sub-objetos Autorização de Trabalhos em Instalações Energizadas - ATEIE e Procedimento Operacional - PO

INTERLIGAÇÃO CELESC - ELETROSUL

PD + **AI_{ESUL}** + **OM**

PESE + **ATEIE_{ESUL}** + **PO**

Também temos um objeto de informação que muitas vezes não é formalizado: a Solicitação de desligamento - SD pois, muitas vezes é transmitido verbalmente e tem como objetivo solicitar um programa.

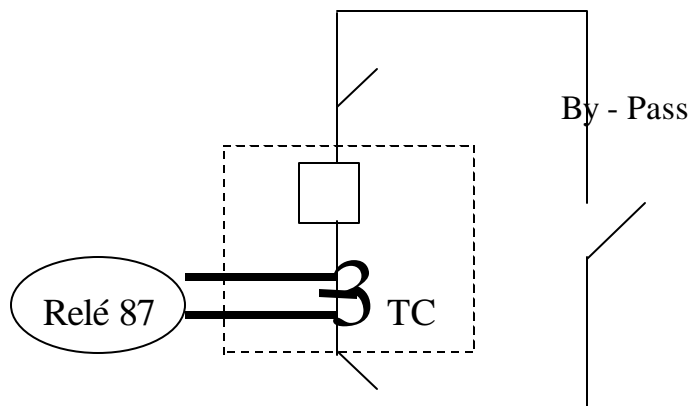
9.3.5.4 Módulo com diagramas unifilares

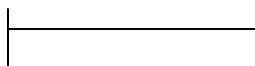
No Sistema Digital de Supervisão e Controle foram implementados diagramas funcionais (representam a estrutura da subestação de forma a facilitar a operação e/ou não sobrecarregar a tela dos monitores) das subestações do sistema elétrico da CELESC. No entanto, pode ser necessário considerar os diagramas físicos (representam a estrutura da subestação tal como é na realidade).

Após a entrada em funcionamento do SDSC, pode ser necessário, pelo menos nos primeiros estágios, a utilização dos diagramas unifilares, chamados também de diagramas físicos. A apresentação destes diagramas nos monitores pode ser opcional, mais de fácil acesso. A implementação dos diagramas unifilares físicos no SDSC deve ser discutida em função dos seguintes argumentos:

Na execução de manobras de campo, principalmente em subestações sem telecontrole e/ou telesinalização, a comunicação do despachante com o trabalhador que se encontra nas instalações pode ser prejudicada pela diferente representação da localização de equipamentos e dispositivos, o que pode provocar erros de operação graves. Por outro lado, alguns despachantes elaboraram representações e estratégias em função do diagrama “físico”. Neste caso é necessário um processo de “desaprender”.

Pode-se também aproveitar para indicar, no próprio diagrama unifilar, aspectos relacionados à estrutura física de dispositivos e equipamentos que precisem ser considerados na execução de manobras. Por exemplo, é necessário informar quando é necessário bloquear o relé 87 (diferencial) antes de manobrar o “by – pass”.





Na figura, se o relé 87 está instalado no TC do cubículo, é preciso bloquear o relé 87

Finalmente, em situações de desatualização dos diagramas funcionais, os diagramas físicos podem ser mais facilmente atualizados, podendo ser utilizados enquanto se completa a atualização dos diagramas do SDSC. Isto seria em situação emergencial.

9.3.5.5 Módulo de corte de carga

Os procedimentos operacionais de corte de carga podem ficar mais disponíveis e claros através do desenvolvimento de um sistema de informação computadorizado de apoio à operação.

Assim, depois de ativado o módulo de corte de carga, o operador deverá indicar ao sistema de informação o âmbito do desligamento em função dos eventos do sistema mostrados numa “lista” ou através de símbolos nos diagramas das subestações e unifilares de linhas de transmissão (o corte de carga pode ser local, regional ou do sistema).

Se o corte é local ou regional o operador deverá consultar o módulo de Estudo de Operação, o qual indicará o montante total a cortar e as áreas atingidas. Imediatamente, o operador ingressa esse valor ao sistema, que devolverá os montantes de carga a cortar em cada subestação e, num segundo nível, a prioridade no corte a nível de alimentadores.

O operador comunica-se com os setores envolvidos, principalmente subestações polo, indicando os montantes de carga a cortar e estes pela sua vez retransmitem estas informações às subestações sob sua jurisdição.

Se for necessário, o operador do sistema deverá orientar os desligamentos, principalmente a nível de alimentadores, ativando o módulo de instruções de operação, e através de sistema de comunicação (telefonía ou rede de computadores).

Se o corte for do sistema elétrico do estado, o sistema de informação abrirá um canal de comunicação com o órgão que controla o sistema a nível inter-

estadual – região sul (CNOS, ELETROSUL, etc) para definir o montante de carga a cortar para o sistema CELESC. O resto do processo é o mesmo que com o corte local ou regional.

Na situação automatizada o plano de corte de carga (negociação do corte de carga) tem que ser revisto em função das mudanças trazidas pelo SDSC, como são disponibilidade de telecomando e telesinalização que facilitam e reduzem a execução das ações de corte. Por outro lado, temos situações, como subestações dessasistidas que não contam com telecontrole ou telesinalização, que dificultam a atividade de corte.

Por outro lado, recomenda-se implementar procedimentos padronizados para o corte de carga durante um período regular de tempo, ou, automatizar o procedimento. Assim, evita-se a consulta a planilhas, reduzindo o tempo do procedimento, pois o corte poderia ser realizado por telecomando, onde estivesse disponível, com mais facilidade.

Finalmente, é necessário informar ao despachante dos desligamentos automáticos para prever possíveis conseqüências e tomar medidas corretivas, assim como para recompor posteriormente o que foi desligado. Muitas vezes, quando retorna a tensão, o operador ou despachante não sabe o que religar. Não podem ser feitos religamentos sem um estudo minucioso da situação.

9.3.5.6 Módulo de Estudo de Operação

O Estudo de operação consiste em procedimentos operacionais elaborados a partir de um pré análise de um elenco de situações, normalmente de emergência, nas quais o sistema poderá se encontrar, para que se reduza o máximo possível o tempo entre o fato ocorrido e as providências a serem tomadas.

Estes procedimentos, apesar de serem reduzidos, estão entre os mais importantes na operação do sistema pela elevada responsabilidade que envolvem. A implementação computacional deste módulo é simples, na sua concepção, pois só é necessário selecionar o procedimento adequado em função das ocorrências, que consistem geralmente em desligamentos de equipamentos e linhas de transmissão / interligação . O problema está no elevado número de equipamentos e linhas de transmissão elétrica, fato que dificulta a seleção e recuperação de um procedimento de operação.

Para resolver este problema identificado na análise da atividade cognitiva, propõe-se uma interface de acesso amigável concebida em função das

estruturas de ação, a nível cognitivo e a representação mental do operador do sistema. Para explicar esta interface fazemos uso das figuras a seguir (Fig. 9.31 (a), 9.31(b) e 9.31 (c)).

Em primeiro lugar o operador deve indicar ao sistema a subestação ou linha de transmissão envolvida na ocorrência, através de códigos pré determinados. Em situações de elevada pressão emocional o operador não lembra do código. Para isto, pode-se implementar um sistema de busca que solicita a região envolvida na ocorrência, por ser uma informação que o operador identifica facilmente. Seleccionada a região, que no exemplo da figura seria a região Florianópolis, deverão ser listadas na

tela as linhas de transmissão e interligação correspondentes. Selecionada a linha é recuperado automaticamente o procedimento a ser executado.

Se a ocorrência envolve subestações, o acesso pode ser pelo código ou pelo sistema de busca. Depois de selecionar a subestação e respeitando a representação do operador, esta é dividida em vários setores(alimentadores, bancos, barras, bay, linhas, transformadores e as sub-classes) como mostrado na figura com o exemplo da subestação coqueiros. Isto facilita muito a seleção do equipamento. Após selecionar o equipamento, são mostradas no monitor uma lista de manobras para a sua seleção e posterior execução.

9.3.5.7 Módulo de simulação.

A simulação computacional, segundo Pidd (1998), consiste no uso de um modelo como base para exploração e experimentação da realidade. Segundo Vergara (1995), um simulador deve ter armazenado na sua base de conhecimento as características e os diferentes cenários de um sistema complexo e, por outro lado, os conhecimentos sobre os comportamentos dos operadores na operação e controle do sistema.

Especificamente, um simulador cognitivo simula a dinâmica do raciocínio humano, realizando uma tarefa, caracterizando-se fundamentalmente pela consideração da causalidade no encadeamento dos processos cognitivos na realização de uma atividade

O módulo de simulação proposto deverá permitir:

a) melhorar o projeto do sistema de informação baseado na análise da execução de casos hipotéticos;

- b) ajudar na interpretação das atividades realizadas pelo operador permitindo, assim, melhorar a compreensão e a modelagem do trabalho;
- c) testar as características e comportamentos dos operadores e suas adequações às diversas situações;
- d) ser instrumento de validação e verificação dos modelos concebidos;
- e) ser um instrumento de treinamento capacitando pessoas e minimizando os problemas gerados pela monotonia no trabalho;

A monotonia no trabalho, provocada pela execução de procedimentos repetitivos e pouco diversificados pode criar automatismos, isto é, a capacidade de executar tarefas com uma mobilização mínima dos processos conscientes. Os automatismos permitem desenvolver tarefas de forma rápida e com menos esforço. Entretanto, a monotonia e o uso constante de automatismos pode provocar perda ou diminuição da competência para resolver problemas em situações que saem do "normal". Assim, quando acontece um problema com características diferentes ou novas o operador fica confuso e sem saber que fazer. Um Módulo de Simulação pode manter capacidades e habilidades sempre treinadas simulando situações e ocorrências diversificadas, principalmente, aquelas que dificilmente acontecem.

Neste sentido, o simulador pode treinar os operadores que realizam uma determinada atividade, na medida em que o modelo baseado no estudo cognitivo dos operadores reproduz de forma aproximada o conhecimento e o raciocínio utilizado no diagnóstico e/ou planificação de um problema.

9.3.5.8 Outros módulos do sistema.

Outros módulos que podem ser implementados e acessados através de um sistema de menus são:

- Módulo com o histórico de manutenção que realize análises estatísticas simples para fornecer subsídios à operação do sistema como por exemplo: Frequência e características dos defeitos de equipamentos e dispositivos para a melhor elaboração de programas de manutenção preventiva. Também, permite identificar situações e fatos relativamente repetitivos, facilitando o diagnóstico e tomada de decisões. Exemplo : determinar a origem de um desligamento

- módulo implementado com interface gráfica para atualização de dados temporários nos próprios diagramas do sistema elétrico.

- módulo para indicação de prioridade de linhas de transmissão e alimentadores

- módulo de ajuda ou informações complementares, que poderá ser ativado em qualquer estágio do processo. Recomenda-se desenvolver este módulo dentro de uma estrutura hipertexto que se adapte ao nível de experiência dos supervisores ou utilizadores do sistema.

- módulo para saída de relatórios, principalmente relacionados com os procedimentos aplicados.

- módulo de comunicação com banco de dados e programas complementares.

- Recomenda-se também, implementar a comunicação com módulos ou programas externos: que estimem o comportamento da demanda e dos valores das diversas grandezas envolvidas, para determinado equipamento ou linha de transmissão, num período ou momento qualquer. Também, é necessária a comunicação com um programa de análise de segurança de dados, que analisa a consistência dos dados e pode estimá-los quando necessário.

Considerando a possibilidade do sistema utilizar informações digitalizadas, de forma automática, se recomendaria o desenvolvimento e aplicação dos seguintes módulos de programas:

- alimentação automática de informações ao sistema quando acontece uma ocorrência;

- programa que determina se as condições ou estados da subestação permite a execução do procedimento. Se não permite, indica as medidas necessárias para a preparação da subestação;

- módulo ou programa que indique quando as condições do sistema são normais, degradadas ou críticas.

9.4 Validação do modelo conceitual.

9.4.1 Considerações gerais.

O modelo conceitual foi colocado a discussão e avaliação para efeitos de validação como *modelo* para implementação de um sistema de informação por

computador de apoio à operação do sistema elétrico, sujeito às devidas alterações em função do "feedback" na fase de desenvolvimento e o surgimento de restrições e fatores imprevistos.

Em termos de validação, podemos considerar o modelo conceitual como uma modelagem interpretativa, em função de que sua aplicação requer que os indivíduos e grupos pensem sobre as consequências de suas decisões (Pidd, 1998).

Segundo Checkland (1995), a diferença fundamental entre modelos quantitativos e interpretativos é a maneira como ocorre a validação dos modelos. Assim, a técnica de validação de modelos conceituais promove o desenvolvimento de um debate entre pessoas que possuem diferentes visões e fazem diferentes interpretações sobre a maneira como as coisas são ou a maneira como as coisas devem ser (Pidd, 1998 e Checkland, 1995).

Segundo Pidd (1998), demonstrar que um modelo é completamente correto é impossível, segundo ele, a validação é um ideal em direção ao qual precisamos esforçar-nos avaliando as suas consequências, pois, o que realmente importa é se eles vão trazer os resultados esperados.

9.4.2 Processo de validação.

O processo de validação envolveu basicamente as seguintes etapas: A formação de um grupo para avaliação e validação do modelo; uma etapa de análise e debates sobre o modelo conceitual; o desenvolvimento computacional de um protótipo demonstrativo (desenvolvido pelo autor da tese) e sua avaliação e, finalmente, a formulação das conclusões do grupo baseadas nos resultados das duas etapas anteriores.

9.4.2.1 Participantes.

O grupo responsável pelo processo de validação foi composto pelos seguintes profissionais: operadores do sistema (03), engenheiros das diversas áreas de operação (04) e, eventualmente, dois técnicos do centro de operação do sistema da CELESC. Estes trabalhadores foram selecionados em função dos seguintes critérios: envolvimento com a função de operação do sistema; experiência e desempenho na função; nível de qualificação e, fundamentalmente, motivação para realizar o estudo.

9.4.2.2 Análise e debates.

Visando analisar e debater a validade técnica do modelo proposto de sistema de informação, ocorrências simuladas foram propostas para ser resolvidas pelo pessoal envolvido, aplicando os modelos cognitivos dos processos de operação do sistema elétrico, elaborados no presente trabalho de pesquisa.

Os analistas realizaram o papel de operador de subestação, fornecendo informações, também simuladas e cuidadosamente estudadas. Assim, a experiência foi bem sucedida, na medida que se simularam ações, tecnicamente corretas, conseguindo-se hipoteticamente recompor /regular o sistema, segundo os analistas / avaliadores, com maior facilidade e precisão. Isto se explica pela maior disponibilidade de recursos informacionais estruturados de forma coerente com as características da tarefa e da atividade mental. Algumas reclamações foram no sentido de se perder a sequência de raciocínios mais complexos. Neste sentido foi sugerido, quando do desenvolvimento do sistema de informação, a emissão de resumos globais dos processos realizados, tanto dos eventos como dos resultados do processo. A maioria das modelagens dos processos sofreram correções pouco relevantes.

Visando reforçar a validação resultante dos debates e análises citados foi desenvolvido um protótipo dos módulos de instruções de operação e simulação de procedimentos.

9.4.2.3 Desenvolvimento e avaliação de um protótipo demonstrativo.

O modelo conceitual também pode ser validado técnica e funcionalmente através da elaboração e avaliação de um protótipo demonstrativo ou modelo computacional. Segundo Pidd (1998), a validação é um processo para assegurar que o modelo, plausível de ser implementado computacionalmente, é útil para seu propósito planejado. Isto deve ser distinguido da verificação que é o processo para assegurar que o programa incorpore o modelo corretamente.

O Protótipo do Sistema de Informação de Apoio à Operação, que vamos denominar de protótipo SAO, foi implementado com dois módulos:

- a) Um módulo de instruções de operação, implementado com interface de acesso às informações e com instruções de operação na forma de "hipergramas" (fluxogramas com conexões ou "links").
- b) Um módulo para simular o uso das instruções de operação de uma subestação modelo através de um diálogo entre usuário e sistema..

O desenvolvimento do protótipo permitiu elaborar um modelo mais coerente com os objetivos e requisitos estabelecidos. Por outro lado, o protótipo, submetido a testes, possibilitou a reformulação do modelo a nível da interface.

- Módulo de instruções de operação.

No módulo de instruções de operação, do protótipo demonstrativo, foram implementados diversos procedimentos na forma de "hipergramas" (ver item 9.3.3.3) que orientam dentro de uma sequência operativa real as atividades de recomposição / regulação de uma subestação.

A resolução simulada de ocorrências através de procedimentos implementados computacionalmente (hipergramas), permitem a verificação da validade dos conhecimentos modelados.

O módulo de instruções de operação foi desenvolvido em linguagem HTML visando disponibilizar e difundir ele através da intranet da empresa. Também, facilita a atualização, reformulação e avaliação das instruções de operação.

A janela principal do protótipo SAO (ver figura 9.32) apresenta, em primeiro lugar, o nome do módulo: "Instruções de Operação". Em segundo lugar, pode-se observar três botões, um para cada Centro de operação de Área - COA (COA sudeste, COA norte e COA oeste). O COA é responsável pelo monitoramento e controle de uma região geo-elétrica. Acionando o "botão" correspondente a qualquer um dos três COAs é apresentada uma nova janela com a listagem das subestações localizadas na área de abrangência do respectivo COA, como mostram as figuras 9.33, 9.34 e 9.35. No final das listagens das subestações, temos uma seta que permite voltar o controle do programa à janela principal.

Nas listagens podemos escolher, através do "mouse", qualquer subestação com a finalidade de apresentar no monitor os procedimentos de operação da subestação selecionada. Por exemplo, nas subestações monitoradas pelo COA sudeste podemos escolher a subestação Ilha Sul - ISL. Acionando o respectivo "link" é apresentada na tela do computador a janela mostrada na figura 9.36. Nesta figura, temos o título principal: *Processo de recomposição da SE ilha Sul*. Embaixo do título temos uma listagem horizontal das instruções de operação relacionadas com o processo mencionado (Ocorrência na SE ISL, Diagrama A, Diagrama B.....) e finalmente temos um "botão" para selecionar outra instrução de operação de outra subestação de qualquer COA. As instruções de operação podem

ser ativadas e apresentadas no monitor "clitando" no título principal ou em qualquer item da listagem mencionada. Por exemplo, clicando no título: "*Processo de recomposição da SE Ilha Sul*" (figura 9.36) vamos acessar as instruções de operação correspondentes ao evento "*Ocorrência na SE*" representadas pelo "hipergrama" mostrado na figura 9.37. Através deste hipergrama podemos visualizar os procedimentos na forma de fluxogramas e, ao mesmo tempo, acessar outros documentos ou hipergramas acionando, com o mouse, as áreas chamadas de "ativas". Na figura 9.37 estas áreas ativas são indicadas por uma seta (conectores A, B, C,... e figuras com processos).

Figura 9.32 Janela principal do protótipo SAO

- Módulo de simulação de procedimentos.

O módulo de simulação de procedimentos tenta simular a sequência real dos procedimentos de operação de uma subestação através de um diálogo entre usuário e sistema.(protótipo).

O módulo de simulação de procedimentos apresenta no monitor o diagrama de uma subestação de transmissão elétrica, previamente selecionada pelo usuário, implementada com botões para executar o procedimento, inicializar dados, ingressar proteções, etc. (ver figura 9.38). A partir deste diagrama e das informações fornecidas ao protótipo, este realiza um diagnóstico da ocorrência e apresenta as informações necessárias à realização dos procedimentos correspondentes.

A estrutura funcional básica do sistema de transmissão elétrica da CELESC é a mesma, ou seja, linhas de transmissão, barramentos, transformadores, disjuntores, religadores, aparelhos de medição e de proteção. Portanto, foi implementada, no protótipo, uma subestação estruturalmente representativa do conjunto.

Também foram implementados os diagnósticos e instruções de operação das principais e mais frequentes ocorrências. Da mesma forma, podemos considerar que foi formalizado através do sistema alguns dos mais importantes processos operatórios como a recomposição ou restabelecimento de transformadores.

As informações podem ser fornecidas ao protótipo ou sistema pelo usuário ou pelo sistema automatizado de aquisição de dados. As informações são as seguintes:

- Subestação envolvida no desligamento e o horário do mesmo.
- Informação sobre os estados dos equipamentos (ligado, desligado, em manutenção). Os principais equipamentos considerados no sistema são os transformadores, disjuntores, religadores e linhas de transmissão. Cabe indicar que existe dois tipos de atuação das proteções: a proteção que atuou desligando um equipamento ou linha e a sinalização de proteções sem desligamento de equipamentos.
- Informações fornecidas pelo sistema ao usuário. Em geral temos informações sobre implicações e consequências para cada uma das combinações de eventos (desligamentos e atuação de proteções). Também, temos os procedimentos respectivos de recomposição do sistema, com suas variações em função dos resultados das manobras e de novos dados ingressados ao sistema e, por último, a ordem e sequência de eventos a serem abordados. Estes dados correspondem aos

tratamentos de informação realizados pelos operadores do sistema, levantados mediante a análise ergonômica cognitiva.

- **Avaliação do protótipo.**

Como foi mencionado anteriormente, a validação é um processo para assegurar que o modelo é útil para seu propósito planejado. Portanto, a análise e avaliação de um protótipo demonstrativo tem um papel importante na validação do modelo conceitual de sistema de informação de apoio à operação do sistema.

O protótipo foi avaliado, pelo grupo responsável, baseados nos critérios de Sperandio (1989), que resumidamente dizem:

- a eficácia no cumprimento dos objetivos da função;
- a extensão das tarefas que o utilizador deve e pode efetuar;
- a duração e a facilidade da aprendizagem para utilizar o programa;
- o número e a gravidade dos erros dos utilizadores. Também, deve ser considerada a tolerância do sistema aos erros mencionados;
- a facilidade de modificação das ações empreendidas;
- o tempo necessário à execução de determinadas tarefas;
- extensibilidade e adaptabilidade a novas tarefas;
- a aceitação pelo utilizador.

Os testes para análise e avaliação do protótipo consistiram na apresentação de ocorrências simuladas para serem resolvidas pelos três operadores do sistema participantes. Ditas ocorrências, foram analisadas e discutidas previamente pelos engenheiros participantes deste processo visando formular situações - problema representativas da realidade de trabalho e tentando considerar a diversidade e complexidade envolvida.

A experiência foi bem sucedida, na medida que se realizaram procedimentos simulados de resolução de problemas tecnicamente corretos conseguindo-se hipoteticamente regular e/ou recompor o sistema, assim, em relação aos critérios de avaliação, temos:

- **Eficácia no cumprimento dos objetivos da função:** Como foi mencionado, as instruções de operação são apresentadas na forma de hipergramas, interligadas com qualquer outra instrução ou informação necessária para operar o sistema. A utilização destes **hipergramas**, segundo os operadores/avaliadores do sistema, facilitou a consulta e compreensão das informações apresentadas, assim

como a representação mental do trabalho a desenvolver de forma mais integrada. Tudo isso permite o aprimoramento de atividades de diagnóstico, tomada de decisão e elaboração e execução de planos de ação.

- Com relação às tarefas que o utilizador deve efetuar podemos concluir que, após verificar que o protótipo é eficaz para apoiar o desenvolvimento das atividades mais importantes e representativas na operação do sistema de transmissão elétrica, podemos desenvolver outros módulos computacionais e fazer extensivo o suporte de apoio à decisão para, praticamente, todas as tarefas envolvidas na operação do sistema. Neste sentido, podemos considerar viáveis os módulos do sistema de apoio à operação propostos neste trabalho, por ter a mesma estrutura básica de funcionamento e características de aplicação semelhantes.

Com relação à duração da aprendizagem para utilizar o sistema, esta é mínima. Muitos operadores partiram a utilizar sem explicações e com sucesso o referido protótipo.

No que diz respeito aos erros, observou-se que alguns operadores tiveram dificuldades na ativação de "links", que depois foram superadas quando o operador ficou um pouco mais familiarizado com o sistema.

Alguns operadores (2) reclamaram no sentido de se "perder" quando um processo mais complexo exige maior navegação pelo sistema. A solução apontada seria a emissão de resumos globais dos processos realizados e disponibilizar um mapa de navegação para facilitar o acesso às informações.

O protótipo é tolerante aos erros identificados durante os testes, pois, não provocaram problemas de funcionamento no sistema. O protótipo, também apresentou facilidade de modificação das ações empreendidas, assim, o operador modificou e/ou "voltou" as ações empreendidas simplesmente navegando entre as janelas disponíveis. Pode-se concluir que o número e gravidade dos erros não são relevantes;

O tempo necessário à execução de determinadas tarefas foi menor em média aproximada de 30% em relação a tarefas executadas com apoio de material escrito em papel;

Segundo a opinião do grupo de avaliação, o sistema de informação pode-se estender para apoiar a realização de novas tarefas, desde que se adapte ou construa módulos específicos para determinada função.

Em geral, o protótipo teve boa aceitação pelo utilizador. Consultados diversos operadores, todos eles manifestaram que o sistema a ser desenvolvido deverá melhorar, principalmente, a eficácia no trabalho com menor esforço humano.

A retroalimentação com os operadores e posterior análise do grupo de avaliação, principalmente dos engenheiros participantes, permitiu reformular e otimizar os modelos dos processos de operação apresentados no capítulo oito (8. Análise da atividade....).

9.4.2.4 Conclusões do processo de validação do modelo conceitual.

O grupo participante do processo de validação foi considerado adequado pela qualidade e consistência das conclusões formuladas.

Com relação à etapa de análise e debates do processo de validação, conclui-se o seguinte: os módulos propostos de sistema de informação, especificamente as modelagens dos processos de operação dentro de uma abordagem cognitiva, são considerados tecnicamente corretos como resultado da execução de experiências simuladas.

Com relação à avaliação do protótipo demonstrativo do modelo de sistema de informação proposto, ele é considerado válido técnica e funcionalmente como modelo de ferramenta de apoio à operação do sistema.

Fazendo extensiva a avaliação do protótipo para o modelo proposto, podemos concluir o seguinte:

- Os diagnósticos e procedimentos definidos através da orientação do modelo são, na sua maioria de vezes acertados, portanto o modelo cumpre a sua função;
- O modelo é mais eficaz no cumprimento dos objetivos da função em relação aos atuais métodos de trabalho na empresa;
- O modelo pode ser estendido ou implementado para quase a totalidade das tarefas que o operador deve e pode efetuar;
- O número de erros e a gravidade dos mesmos não são significativos. Entretanto, informações oportunas e precisas e a orientação ao operador podem ajudar a minimizar os erros de operação. Também, é importante a implementação de

ferramentas de treinamento e ajuda e de sistemas tolerantes com os erros dos utilizadores;

- A interface é amistosa pela rápida adaptação por parte dos operadores ao protótipo. As modificações, quando do desenvolvimento do sistema de informação, não deverão ser importantes;

- O sistema de janelas e o inter-relacionamento dos conteúdos no sistema de informação deve facilitar a correção e/ou modificação das ações empreendidas;

- O tempo necessário à execução das diversas funções deve cair significativamente;

- Os potenciais utilizadores são, na sua ampla maioria, favoráveis à implantação de um sistema de informação segundo o modelo proposto.

258

Finalmente, apesar das limitações de tempo e recursos no processo de validação, pode-se considerar validado o *modelo como base* para implementar um sistema de informação por computador de apoio à operação do sistema elétrico de transmissão. Em outras palavras, podemos concluir que um Sistema de Informação de Apoio à Operação do Sistema, baseado no modelo proposto, é válido como otimizador do trabalho.

9.5 Considerações finais.

Podemos enunciar as seguintes considerações gerais em relação ao modelo proposto de sistema de informação de apoio à operação do sistema elétrico:

- o sistema de informação proposto pode facilitar a correta tomada de decisões e tratamentos da informação pelo suporte informacional e a condução do processo de raciocínio dentro de uma sequência operativa. Com relação ao suporte informacional, um sistema de informação, centraliza as informações atualmente dispersas e originárias de fontes distintas. Também, permite "*filtrar*" as informações, prévia avaliação e seleção. Portanto, o sistema de informação, permitirá dispor só das informações necessárias para determinado estágio da sequência operativa e em menor tempo;

- os fluxogramas dos procedimentos de operação associados a recursos de hipermídia ("hipergramas") aumentam muito o poder de procura, seleção,

consulta, transmissão, assimilação e utilização do conhecimento / informação. Cabe ressaltar que, o uso de diagramas, símbolos e cores facilita a compreensão da situação e condições da ocorrência. As vantagens dos "hiperdokumentos" sobre os documentos escritos são significativas e importantes;

- a interface é considerada importante, pois, do grau de adaptação da mesma às características do usuário e da atividade, depende a correta utilização do sistema e o apoio eficiente na operação;

- o sistema de informação, quando implementado, deverá ser amigável desde que siga a estrutura básica de construção e funcionamento do protótipo e considere a opinião e desempenho dos utilizadores, principalmente, quando da realização de testes com usuários e sistemas;

- por outro lado, a seqüência lógica que daria um sistema de apoio aos tratamentos de informação e tomada de decisões diminui a possibilidade de erro ou falha humana. O usuário não só executa as instruções do sistema, como participa na elaboração de diagnósticos e tomada de decisões, sendo necessário o acompanhamento racional do processo;

- diminuirá o número de comunicações via telefone ou rádio. Isto é positivo, considerando a baixa qualidade na recepção da voz através do atual sistema de comunicação;

- o desenvolvimento de um sistema de informação pode servir de base no projeto e implantação de um sistema totalmente automatizado de operação do sistema elétrico.

- recomenda-se a criação de uma equipe permanente para as funções de atualização e manutenção do sistema de informação;

Em resumo, o desenvolvimento e implantação de um sistema de informação, baseado no modelo proposto, pode resultar nas seguintes vantagens:

- a carga de trabalho mental do operador do sistema deverá ser menor;

- reduz o tempo de regulação / recomposição do sistema, principalmente pela rapidez das consultas. Isto significa ganhos na qualidade do fornecimento de energia;

- Aumenta a eficácia no desenvolvimento das atividades de operação.

- Finalmente, pode contribuir na redução do tempo de treinamento do pessoal.

• **Considerações relativas ao Sistema Digital de Supervisão e controle – SDSC.**

O desenvolvimento do sistema de informação de apoio à operação é importante para apoiar no melhor desempenho e eficácia do Sistema Digital de Supervisão e Controle, com o menor custo humano possível. Nesta etapa de implantação, um sistema de informação pode ser alimentado com informações e características muito importantes para a operação.

Os Sistemas de Supervisão e Controle devem responder prontamente às ocorrências do sistema elétrico sob pena de redução de sua eficácia, o que pode resultar em prejuízos à operação do próprio sistema elétrico;

A continuidade e a disponibilidade do SDSC é essencial e imprescindível à operação do sistema elétrico. Este sistema possui elevado número de componentes e extensa diversidade tecnológica. Além disso, grande parte dos equipamentos encontra-se espalhado e instalado em ambientes hostis para a tecnologia com que é produzido;

A evolução tecnológica é extremamente rápida, mas a assimilação do conhecimento é um processo demorado. A melhor utilização desse sistema é alcançado pela sua adaptação progressiva às necessidades específicas. Na realidade, trata-se de uma adaptação mútua entre usuário e sistema, com fortes características de retroalimentação onde a atuação e adaptação do pessoal de operação adquire especial relevância.

A resposta mais eficaz a estes aspectos é o domínio tecnológico do Sistema de Supervisão e Controle, que exige uma adequada estrutura e bons conhecimentos para que os esforços de manutenção tenham sucesso. Por esta razão é recomendada a adoção de uma política que, desde o início, favoreça a absorção e o domínio da tecnologia por parte dos profissionais envolvidos direta ou indiretamente com o SDSC, através de treinamento e de participação efetiva.

QUINTA PARTE – RESULTADOS E CONCLUSÕES

10. CADERNO DE RECOMENDAÇÕES PARA CONCEPÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE APOIO À OPERAÇÃO DE SISTEMAS COMPLEXOS.

Neste capítulo são estabelecidas as recomendações do trabalho na forma de um modelo de desenvolvimento para a concepção de sistemas de informação de apoio à operação de sistemas complexos análogos ao estudado.

10.1 Introdução.

O modelo de desenvolvimento representa um conjunto de recomendações para a concepção e desenvolvimento de um sistema de informação. O modelo proposto está baseado nos resultados e experiências no desenvolvimento do caso estudo do sistema de transmissão elétrica.

Este modelo de desenvolvimento visa orientar o processo de concepção e organização de sistemas de informação de apoio a operação de sistemas complexos de maneira ergonômica e coerente com os processos cognitivos ativados para realizar o trabalho, através de um caderno de técnicas e recomendações estruturadas. A coerência do sistema de informação com os processos cognitivos garante a eficácia do sistema. No presente estudo, o processo de desenvolvimento compreende, desde as etapas iniciais, até a elaboração do modelo conceitual do sistema de informação e sua organização.

Um caderno de encargos de recomendações apresenta técnicas, sugestões e cuidados que devem ser observados para o desenvolvimento de um projeto, neste caso um sistema de informação. As recomendações são apresentadas dentro de uma sequência flexível de fases ou etapas para concepção do sistema de informação de apoio à operação de sistemas complexos.

10.2 Portabilidade do modelo conceitual.

Foi verificada através de diversos estudos (Richard 1983, Pavard 1991, Falzon 1986) a semelhança nos mecanismos cognitivos ativados na operação de sistemas complexos. Baseados nestas colocações e no processo de validação apresentado, podemos generalizar diversos aspectos do modelo específico de sistema de informação para situações de trabalho análogas. Em outras palavras é

possível a portabilidade do modelo conceitual em situações de trabalho análogas sem dispensar as adaptações necessárias.

As principais características que deve possuir uma situação de trabalho para ser considerada análoga à situação que serviu de base ao modelo de desenvolvimento são as seguintes:

- empresas da área de manufatura ou de serviços com base tecnológica;
- situações de trabalho com processos complexos que exigem das pessoas a ativação de mecanismos cognitivos de elevado nível (raciocínio abstração, etc) para tomada de decisão e/ou resolução de problemas, além de conhecimentos especializados;
- utilização de tecnologia da informação;
- situação de trabalho com número significativo de procedimentos técnicos;
- empresa como um todo comprometida com a mudança.

10.3 Primeira fase: definição do sistema de informação.

Para conceber um sistema de informação é necessário definir, em primeiro lugar, os objetivos, planos e políticas da organização. Em segundo lugar, identificamos, através de algumas entrevistas e observação do trabalho, as necessidades dos usuários, problemas e oportunidades e estabelecemos a sua relevância relativa frente aos objetivos e políticas da organização e, especialmente, da área objeto do estudo. Tudo isso visando justificar o desenvolvimento de um sistema de informação e avaliar a sua viabilidade, considerando os recursos humanos e materiais disponíveis. Outras ações podem ser as seguintes:

- Definição inicial dos objetivos e alcance do sistema de informação. Esta definição deve considerar os seguintes aspectos: primeiro, os benefícios e as implicações organizacionais e estratégicas na empresa decorrentes da implantação de um sistema de informação. Por outro lado, é comum, na operação de sistemas complexos, a interdependência dos processos de operação envolvidos no posto de trabalho de controle e supervisão. Portanto, é necessário considerar todos esses processos na análise do trabalho visando a concepção e posterior implantação de sistemas de informação eficazes.
- Estabelecer uma equipe de projeto e estimar os recursos (humanos, tecnológicos e financeiros).

- Realizar o planejamento do desenvolvimento do sistema de informação.

10.4 Análise da tarefa do posto de trabalho objeto do estudo.

A análise da tarefa, consiste em levantar o que o trabalhador deve realizar e as condições técnicas e organizacionais desta realização. Colocando ênfase, principalmente, nos processos de tratamento de informações.

Nesta fase é conveniente, para o levantamento de dados, a análise da documentação técnica, manuais de organização relatórios de operação, estudos, etc. Um levantamento adequado deste material facilita e reduz o tempo de desenvolvimento desta fase.

Com relação ao levantamento das condições organizacionais, basicamente consiste na descrição da estrutura funcional da área, estrutura que nem sempre é a mesma que a estrutura organizacional.

No levantamento das características do sistema técnico, basicamente é necessário o levantamento da sua estrutura geral e as funções que executa tanto a nível do sistema como um todo como a nível dos componentes mais importantes. Isto vai ajudar na redefinição dos objetivos e políticas do sistema de informação congruentes com os da empresa.

Esta análise ajuda a delimitar e definir melhor os principais aspectos a serem estudados nas fases subsequentes

10.5 Análise da atividade cognitiva e modelagem do trabalho

Um dos objetivos da implementação de sistemas de informação é diminuir as exigências mentais dos operadores e aumentar a eficácia no trabalho. Estes objetivos podem ser atingidos, entre outras técnicas, pela análise da atividade cognitiva no trabalho.

Assim, a aplicação de técnicas de análise ergonômica da atividade cognitiva, entre outras, devem permitir:

- um levantamento mais aproximado da atividade real e de seus mecanismos cognitivos;
- melhor compreensão dos comportamentos dos operadores;

- a modelagem do trabalho do ponto de vista cognitivo utilizando esquemas, fluxogramas de análise de processo, scripts e mapas cognitivos. Esta modelagem, deve permitir inferir o comportamento do operador e sua atividade futura provável;
- subsídios para melhorar o desempenho do sistema com menor custo humano;
 - levantar as necessidades de informação dos usuários;
 - Identificar os problemas existentes em relação às exigências das atividades;
 - avaliar a necessidade de mudanças organizacionais;
 - finalmente, estabelecer as bases para o desenvolvimento de um sistema de informação de apoio à operação.

Em sistema complexos, a análise dos mecanismos cognitivos ativados pelo operador no desenvolvimento da atividade pode ser orientada pelas seguintes abordagens :

- em termos dos comportamentos verbais e não verbais, tanto provocados como espontâneos (Richard, 1990);
- **em termos das informações, isto é, a detecção discriminação, categorização e tratamento das informações;**
 - em termos da regulação ou retroalimentação da atividade;
 - em termos dos processos de resolução de problemas.

Assim, utilizamos a verbalização, a observação direta e registros escritos para levantar as ações efetivamente realizadas no desenvolvimento das atividades. A análise deve ser realizada utilizando técnicas como: apresentação de situações problema, manipulação de parâmetros e condições do sistema, verbalização do raciocínio efetuado, construção de mapas cognitivos, análise dos erros, esquecimentos e incidentes e a influência dos objetivos e condições do sistema nas estratégias empregadas (Rutherford e Wilson 1991 , Richard 1990).

Terminada esta parte é feita uma modelagem das atividades do ponto de vista da cognição humana, principalmente relacionadas com a tomada de decisão e os esquemas, ou seja, as necessidades de informações /conhecimentos e as estratégias/raciocínios utilizados. O modelo deve conter, segundo Reason (1986), os elementos, os objetivos, as relações de causa-efeito, as funções e ações pertinentes para reproduzir o comportamento do operador na situação que interessa.

Quando os processos, procedimentos ou estratégias apresentam características diferentes, considera-se o modelo mais representativo do comum das atividades, além de critérios técnicos como maior eficácia e facilidades no trabalho.

• **Recomendações a nível da atividade cognitiva.**

Com relação às recomendações, a nível da atividade cognitiva, para a concepção da organização do trabalho e do sistema de informação, podemos mencionar, entre as principais:

- **Os sistemas automatizados ou complexos são dinâmicos, pois seus parâmetros sofrem freqüentes variações. Este fato pode dificultar a atualização das mudanças sofridas pelo sistema ao longo do tempo. Isto obriga aos operadores a memorizarem ou salvaguardar de alguma maneira, alterações ou mudanças ocorridas, o que pode levar, segundo Norman (1983), a erros de compreensão e interpretação. Recomenda-se, em caso de impossibilidade de manter atualizado o sistema, implementar uma função para fazer anotações e colocar indicadores, manuais ou automáticos, das mudanças no monitor.**

- As atividades de supervisão de sistemas automatizados podem ser facilitadas pela implementação de um sistema de leitura qualitativa das variáveis. Isto pode ser feito mediante o uso de cores símbolos e figuras que indiquem de forma mais clara as condições de operação ou outros parâmetros do sistema. Os elementos gráficos facilitam, segundo Paivio (1986), a construção da imagem mental ou representação.

- A complexidade dos sistemas de controle exigem a consulta a inúmeros manuais de operação. Muitas vezes, é difícil o acesso às instruções de operação e /ou apresentam conteúdos confusos. A solução apontada é a apresentação das informações numa linguagem clara, padronizada e direta, dentro de uma estrutura de hipertexto. A solução dela é segundo Bernard & Cangue (1991) implementar o sistema de informação com módulos inteligentes para procura e filtragem da informação, elaboração de diagnóstico e orientação aos operadores.

- Outro motivo para sugerir a implementação dos procedimentos dentro de estruturas de hipertexto e com módulos inteligentes é a dificuldade de descrever no “papel” de forma clara e compreensível os procedimentos mais complexos pela diversidade de opções e relações entre os conteúdos.

- Tanto na concepção do sistema de informação como na organização do trabalho deve ser considerada a “representação” mental do estado do sistema ou problema e das estruturas de ação dos operadores. Segundo o Cognitive Psychology News (1997), a representação de um problema é uma construção circunstancial,

realizada num contexto particular e com objetivos determinados, que visa encontrar uma solução satisfatória, respeitando as restrições da situação.

- Trabalhadores com conhecimentos predominantemente empíricos muitas vezes não agem da maneira correta quando a situação apresenta características “novas” ou evolui de uma forma diferente do esperado (Pavard, 1991). Nestes casos têm duas soluções: uma paliativa, que consiste em elaborar instruções de operação compreensíveis e detalhadas através de uma estrutura de índices remissivos e palavras chave. Outra solução, com resultados a médio e longo prazo, consiste em ministrar treinamento e reciclagem adequado.

- Como consequência da falta de conhecimento na solução de um problema, muitos operadores elaboram e testam hipóteses. Recomenda-se prever e /ou eliminar os riscos que representam para o sistema o “teste” de hipóteses e, simultaneamente, fornecer informações que facilitem a validação das hipóteses.

- Muitos operadores inicialmente não conseguem elaborar uma representação adequada para resolver um problema. mas, na medida que o operador “mergulha” no problema, ele vai recuperando informações, percebidas ou inferidas, e estruturando um plano de ação. Recomenda-se que o sistema de informação, a partir do diagnóstico da situação, selecione e apresente informações relativas ao contexto do problema que estimulem a memória, a elaboração de planos de ação e a correta tomada de decisões.

- Por outro lado, de acordo com Reason (1986) e os resultados da análise da atividade cognitiva, constatou-se que os operadores do sistema selecionam, no momento de uma ocorrência, os esquemas mais freqüentes e mais disponíveis na memória. O problema é que podem existir procedimentos mais eficientes e que são deixados de aplicar. Recomenda-se modelar os principais processos de resolução de problemas e disponibilizar ao operador as diferentes alternativas de procedimentos. Uma proposta é a ativação na tela do computador de menus sensíveis ao contexto contendo listas de procedimentos.

- Muitas vezes, os sistemas automatizados fornecem aos operadores um elevado número de informações, muitas delas desnecessárias e, ainda, numa linguagem pouco compreensível (Scapin, 1986). É necessário filtrar essas informações apresentando somente as informações que vão ser utilizados efetivamente e numa linguagem comum e padronizada.

- Quando existem ocorrências repetitivas no sistema complexo, a consulta a um banco de ocorrências com suas características e soluções adotadas,

facilita o diagnóstico da situação e a correta tomada de decisões visando o restabelecimento à normalidade do sistema.

- Também observou-se que, em decorrência de longos períodos de normalidade, aparece o fenômeno da monotonia no trabalho, onde o supervisor às vezes depois de um longo período de desmobilização cognitiva, passa, quando da ocorrência de anormalidades, a uma atividade cognitiva total. De fato, ao nível dos supervisores, existe marcada preocupação com o aspecto rotineiro da tarefa e a necessidade de uma rápida e precisa intervenção em eventos aleatórios.

- A pressão psicológica pela exigência temporal (mínimo espaço de tempo) na resolução de um problema crítico, além da responsabilidade envolvida, afeta o desempenho dos operadores. De acordo com Marmaras et al (1991), mesmo os operadores mais experientes e qualificados podem cometer erros de iniciantes em situações com estas características. Portanto, principalmente em atividades que envolvem a ativação de processos cognitivos complexos, é necessário disponibilizar um sistema de informação que nutra os operadores de informações e orientações necessárias, oportunas e precisas. Segundo declararam os próprios operadores, esta medida favorece a diminuição do “stress” no desenvolvimento das atividades que comportam elevada pressão sobre o operador.

- Para os processos de resolução de problemas mais complexos, na maioria das vezes, não existem regras ou procedimentos formalizados. Os procedimentos não formalizados são também os mais complexos a nível dos processos cognitivos. Estes procedimentos devem ser modelados na medida do possível. Para consultar estes procedimentos, a solução ideal consiste em implementá-los numa estrutura de hipertexto de preferência com um programa de controle e gerenciamento dos conteúdos. Estes procedimentos por escrito, apresentam muitas deficiências pelas limitações que tem este tipo de representação do conhecimento / informação.

- Quando as situações são conhecidas, a avaliação de uma ocorrência é imediata. Mas quando a situação resulta um pouco diferente, uma estratégia muito utilizada consiste em lembrar um conjunto de situações passadas a fim de auxiliar-se na resolução do problema. Uma proposta para facilitar a “recuperação” da situação passada e tomar decisões corretas consiste em cadastrar ocorrências iguais ou semelhantes que se repetem periodicamente e que envolvem a ativação de mecanismos cognitivos de alto nível. No registro das ocorrências deverão ser especificadas as características mais relevantes da ocorrência, o seu diagnóstico e o procedimento aplicado e bem sucedido. Segundo Vergara (1995) um banco de casos, implementado computacionalmente, e acessado através de características

chaves da situação / problema dá resultados razoáveis, principalmente quando o número de casos é grande.

- Algumas falhas de operação podem ser causadas por problemas de comunicação oral ou nos meios de comunicação. A solução apontada é comunicação via rede computacional e documentos digitais.

- Outros fatores que contribuem nos erros de operação é a falta de informação ou informação incorreta sobre as condições e características do sistema. Também, temos como fator a existência de instalações e equipamentos em situação anormal. É necessária a formação de uma equipe responsável pela confiabilidade do sistema de informação, mantendo dados atualizados e validados. Segundo (Kipper et al, 1993) os custos por problemas de confiabilidade do sistema técnico superam de longe os custos com o pessoal designado.

- É necessário compatibilizar as redes de outras áreas operacionais e mesmo da área administrativa com a rede de computadores do sistema técnico objeto do estudo para dar um adequado suporte informacional e até logístico.

Finalmente, recomenda-se modelar os processos através de gráficos, diagramas, etc, para facilitar a análise, a discussão com os envolvidos e testar a sua validade relativa.

10.6 Concepção do sistema de informação: o modelo conceitual

As recomendações anteriores representam, principalmente, a adaptação do sistema de informação às características cognitivas do operador e às estruturas de ação no trabalho.

Estas recomendações devem ser traduzidas em forma de requisitos para o sistema de informação e complementarmente para a estrutura funcional proposta. No entanto, a decisão de implementar estes requisitos depende, devido às diferentes características das organizações, de uma análise de custo / benefício. Nesta análise não devem ser considerados unicamente aspectos econômicos. As políticas e estratégias da organização ou a melhoria das condições de trabalho, por exemplo, também são importantes.

•Concepção da estrutura funcional da área.

A partir dos resultados da fase de análise da tarefa especialmente da caracterização do sistema técnico, da análise da atividade cognitiva e da

modelagem do trabalho, além dos conhecimentos e técnicas das áreas envolvidas, deve ser concebido o modelo conceitual de estrutura funcional e sistema de informação de apoio à operação.

É necessário detalhar minuciosamente a nova estrutura de funcionamento da operação do sistema principalmente a nível de funções do pessoal e postos de trabalho envolvidos. Isto porque, geralmente, na operação de sistemas complexos todos os processos estão interligados.

Com relação às abordagens organizacionais, nesta época de acelerado desenvolvimento tecnológico e de importância crescente do conhecimento / informação e dos fatores humanos, as abordagens organizacionais que podem lidar melhor com esta realidade são, segundo Whinston e Holsapple (1987), a sistêmica, principalmente na organização do fluxo de atividades e informações, a contingencial, para se adaptar às mudanças, a sociotécnica, para uma integração harmoniosa de homem e tecnologia. Cabe ressaltar a importância de considerar os fatores humanos na totalidade do contexto da organização. Outro conceito importante é o de auto-projeto. Em resumo utilizar uma abordagem da engenharia do conhecimento.

Os membros envolvidos numa mudança vão precisar, além da atribuição de autoridade necessária, experiência, criatividade e muita capacidade crítica e de liderança para desenvolver e implantar um modelo organizacional.

A comunicação tem um papel relevante nos modelos organizacionais. A utilização da tecnologia da informação pode facilitar o cumprimento de muitos requisitos dos modelos de mudança ou reorganização, principalmente no que se refere aos aspectos de comunicação, envolvendo *feedback*, aprendizagem, disseminação da informação e controle do processo.

Com a velocidade da evolução tecnológica e a corrida por maior produtividade, as organizações, muitas vezes, não têm tempo para pensar o ser humano com a profundidade devida. É necessário considerar os aspectos humanos, pois eles têm uma importância considerável no desempenho organizacional (Wisner, 1994).

Considerar o conjunto das atividades no trabalho, incluindo, seus respectivos processos, procedimentos, estratégias, etc., constituem dados necessários para melhorar o conhecimento e portanto o modelo organizacional.

Uma contribuição importante, para esboçar a estrutura funcional da área em estudo, é a análise comparativa com situações de referência (Santos et al, 1997),

isto é organizações com características semelhantes e que realizaram processos de mudança, preferencialmente, para automação do trabalho. Esta prática reduz o tempo de trabalho e contribui com novas informações para otimizar a concepção

Evitar a sobreposição de estruturas organizacionais, duplicidade de funções e multiplicidade de comandos ou autoridade, provocadas por áreas ou postos de trabalho que surgiram para resolver problemas imediatos e não para criar oportunidades.

Finalmente, recomenda-se implementar uma estrutura do tipo hipertexto para organizar o trabalho a nível funcional. O objetivo é utilizar o conhecimento da empresa e seus recursos tecnológicos e humanos no cumprimento das metas funcionais que deverão estar por cima das estruturas hierárquicas / organizacionais de caráter formal. Na estrutura hipertexto a alocação de recursos humanos e técnicos é flexível e sem restrições para qualquer área funcional da empresa. Isto promove a interdisciplinariedade nos projetos executados pela empresa, a difusão de políticas, projetos e, sobretudo, conhecimento no âmbito da organização e até fora dela.

A estrutura funcional também deve promover o armazenamento e transmissão de conhecimento através de novos enfoques e meios. Um modelo de estrutura funcional tenta representar, de forma geral, o desenvolvimento das funções pelos postos envolvidos assim como o tipo de comunicações estabelecidas.

• **Concepção do modelo conceitual de sistema de informação.**

Com relação à elaboração do modelo conceitual de sistema de informação, podemos recomendar as seguintes ações:

- definir os requisitos e amplitude do sistema em função dos resultados das análises anteriores e da estrutura funcional proposta;
 - estudo e avaliação de alternativas de solução;
 - decomposição do sistema em subsistemas ou módulos de construção.
- Recomenda-se implementar em módulos somente os processos mais importantes e frequentes (avaliar a relação benefício/custo);
- estabelecer as principais características dos dados: padronização, propósito, modo e formato da transmissão em função da análise das atividades;
 - descrever os principais fluxos e tratamentos da informação. Na maioria de casos consiste em revalidar ou reformular os modelos elaborados na parte da análise cognitiva;
 - definir as seqüências corretas de apresentação de informações;
 - definir os principais meios e pontos de comunicação.

Outras recomendações gerais que devem ser levadas em conta são as seguintes:

- O sistema de informação deve ser coerente com a construção de representações, relacionadas principalmente com a interpretação e tratamento de informações durante o desenvolvimento da atividade.
- As informações apresentadas e solicitadas pelo sistema de informação devem ser coerentes com as informações que o operador guarda na memória, ou seja, com a sua representação conceitual dessas informações.
- A influência dos objetivos nas estratégias empregadas pelos operadores, também deve ser considerada para conseguir desenvolver um sistema flexível.
- Adaptar, prioritariamente, as características da interface, isto é, diálogo, apresentação da informação e controle do programa, à dinâmica das ações do operador.
- Evitar a “robotização” do operador, fazendo com que ele participe e compreenda o processo de resolução de problemas.
- O sistema deve-se retroalimentar com as respostas do usuário.
- Determinar quando é mais produtiva ou necessária a intervenção humana com seus processos mentais (compatibilizando homem e máquina).
- Também, deve-se determinar quais informações e processos do sistema de informação devem ser opcionais, considerando os níveis de experiência e especialização dos operadores.
- A utilização da técnica de "simulação cognitiva", facilita o desenvolvimento de sistemas especialistas no apoio à operação.

10.7 Validação e retroalimentação dos modelos conceituais.

Como foi mencionado anteriormente, a principal técnica de validação de modelos conceituais promove o desenvolvimento de um debate entre pessoas que possuem diferentes visões e fazem diferentes interpretações sobre a maneira como as coisas são ou a maneira como as coisas devem ser (Pidd, 1998 e Chekland, 1995).

Neste sentido, o modelo conceitual deve ser, em primeiro lugar, apresentado, explicando minuciosamente seus fundamentos baseados em critérios meramente técnicos. Isto é importante para ganhar credibilidade e compromisso dos “analistas”. Em segundo lugar, deve ser colocado a discussão e validado por trabalhadores, de preferência, de diferentes áreas de especialização e envolvidos diretamente com a operação do sistema complexo.

A validação dos modelos de processos de operação é facilitada pelo uso de diagramas e protótipos implementados computacionalmente (Checkland, 1995). Utilizando estes recursos, devem ser propostas ocorrências simuladas para ser resolvidas pelo pessoal segundo os modelos cognitivos dos processos de operação. Inicia-se desta forma um processo de retroalimentação e reformulação do modelo conceitual.

O desenvolvimento de um protótipo de sistema de informação de apoio a operação, permite elaborar um modelo mais coerente com os objetivos e requisitos estabelecidos. Um protótipo submetido a testes, possibilita a retroalimentação e reformulação do modelo de sistema de informação. A simulação é uma das técnicas que dá melhores resultados. A simulação computacional dos processos e atividade cognitiva, como coloca Bersini (1989), é uma técnica rica em contribuições para a melhoria do sistema de informação.

11. CONCLUSÕES.

Neste capítulo estão colocadas as conclusões deste trabalho, que visam mostrar a validade e as contribuições da tese desenvolvida. As conclusões são apresentadas quanto: aos objetivos e hipóteses definidos, à contribuição científica, à concepção de sistemas de informação de apoio à operação de sistemas complexos, ao desenvolvimento do trabalho e às perspectivas de continuidade.

11.1 Quanto aos objetivos e hipóteses definidos.

Com relação ao objetivo geral do estudo, qual seja “*Contribuir na concepção de sistemas de informação de apoio à operação de sistemas complexos eficazes e adaptados ao funcionamento cognitivo do homem.*” consideramos que foi alcançado baseado no seguinte: foram cumpridos todos os objetivos específicos, assim foi desenvolvido um caso estudo (capítulos 6, 7, 8 e 9) que resultou no desenvolvimento de um modelo conceitual de sistema de informação para a situação específica que considerou as características cognitivas dos operadores (capítulo 9), o sistema foi validado e considerado como adequado ao funcionamento cognitivo do homem (capítulo 9). O desenvolvimento do caso estudo permitiu formular um caderno de encargos para concepção de sistemas de apoio a operação coerente com o funcionamento cognitivo e generalizado para situações análogas (capítulo 10). O operador humano é fundamental no desempenho do sistema complexo, portanto, a

adaptação do sistema de informação ao funcionamento cognitivo implica na sua eficácia.

Por outro lado, considera-se que a consolidação das hipóteses gerais e subjacentes podem ser comprovadas pelo próprio desenvolvimento do estudo apresentado, principalmente, nos capítulos 8 (análise da atividade cognitiva e modelagem do trabalho), capítulo 9 (elaboração e validação do modelo conceitual de sistema de informação) e capítulo 10 (caderno de recomendações para concepção de sistemas de informação de apoio à operação).

11.2 Quanto ao caráter científico da tese.

O presente trabalho de tese apresenta caráter científico, fundamentado nos seguintes aspectos:

- A importância e complexidade do estudo.

O estudo aborda um assunto atual da chamada “era do conhecimento”, onde são processados e utilizados grandes volumes de informação/conhecimento por meios cada vez mais sofisticados, envolvendo uma crescente complexidade, principalmente, ao nível de exigências cognitivas. Estas exigências cognitivas são, até agora, pouco consideradas na concepção de sistemas de informação e da situação de trabalho em geral. O presente estudo contribuiu para adaptar os sistemas de informação às características cognitivas humanas, visando melhorar o desempenho com menor custo humano no desenvolvimento de determinada atividade. Este propósito, exigiu um estudo cientificamente estruturado e de natureza não trivial.

- Originalidade.

A aplicação da psicologia cognitiva, seguindo uma abordagem ergonômica na concepção de sistemas de informação caracterizam o campo de pesquisa da engenharia do conhecimento, ou seja, a engenharia de sistemas que envolvem pessoas, conhecimento/informação, tecnologia, e organização do trabalho, um campo de pesquisa recente e ainda pouco desenvolvido.

O que caracteriza a originalidade do trabalho é a abordagem interdisciplinar e conjunta da metodologia de análise ergonômica, conceitos da psicologia cognitiva e conceitos de organização do trabalho dentro do processo de desenvolvimento de sistemas de informação.

- Contribuição científica.

As principais contribuições vislumbradas neste trabalho são discutidas a seguir:

- presente trabalho contribui na formulação de conhecimentos, técnicas e métodos para concepção de sistemas de informação adaptados às características cognitivas do usuário, promovendo uma participação facilitada e ativa do trabalhador do conhecimento. Tudo isso visando a utilização eficiente da tecnologia em condições adequadas de trabalho.

- **A principal contribuição é a proposta de um modelo de desenvolvimento, estruturado em forma de um caderno de recomendações, para concepção de sistemas de informação de apoio a operação de sistemas complexos**

- estudo contribui, também, no sentido de chamar a atenção para os aspectos da psicologia cognitiva relacionados com a utilização da tecnologia da informação de forma coerente com os fatores humanos, isto é, em condições ergonômicas de trabalho.

- trabalho enriquece a metodologia de análise ergonômica, pois, permite ampliar o conhecimento no que diz respeito às novas áreas de atuação da ergonomia, especificamente, na concepção e utilização de sistemas de informação e na análise e modelagem da atividade cognitiva.

- Existe a possibilidade de publicar um estudo sobre o emprego de técnicas de análise do trabalho, a nível cognitivo, visando a organização do trabalho e a concepção de sistemas de informação.

- Divulgar e ampliar o conhecimento científico no que diz respeito à aplicação, dentro de uma abordagem interdisciplinar, da ergonomia, psicologia cognitiva e organização do trabalho no desenvolvimento de sistemas de informação. Cabe ressaltar que existem poucos trabalhos na literatura científica sobre o assunto e a abordagem mencionada.

11.3 Quanto à concepção de sistemas de informação de apoio à operação de sistemas complexos.

A análise ergonômica da atividade cognitiva permite levantar, de forma detalhada e profunda, aspectos do trabalho que não seriam percebidos pelas abordagens tradicionais e que criam oportunidades de eliminar problemas, facilitar e adaptar o trabalho, aumentar a eficácia do sistema, realizar mudanças profundas e bem sucedidas, etc. Especificamente, esta análise permitiu:

- **um levantamento mais aproximado da atividade real e de seus mecanismos cognitivos;**
- **melhor compreensão dos comportamentos dos operadores;**
 - **a modelagem da atividade do ponto de vista cognitivo utilizando, fluxogramas de análise de processo, frames, scripts, mapas cognitivos e esquemas;**
 - **inferir a atividade futura provável em função de mudanças propostas e planejadas;**
 - **subsídios para melhorar o desempenho do sistema com menor custo humano;**
 - **colocar em evidência uma multiplicidade de conhecimentos, estratégias e raciocínios utilizados pelo operador na operação do sistema que também são úteis para o treinamento de novos operadores;**
 - **determinar as características da linguagem operativa na situação de trabalho.**

Portanto, fica demonstrada a importância da análise e modelagem da atividade cognitiva na concepção de sistemas de informação e da situação de trabalho.

Como conclusão final, temos que um sistema de informação de apoio à operação de sistemas complexos vai permitir apresentar de forma inteligente informações e instruções, que não podem ser memorizadas ou inferidas rapidamente. Este sistema de informação, além de facilitar o acesso à informação, pode efetuar uma filtragem "inteligente" dos dados pertinentes para determinada ocorrência. Portanto, o sistema minimiza o trabalho de procura de instruções, de informações e seleção de alternativas, nutrindo o supervisor de informações faltantes e necessárias para uma correta e rápida tomada de decisão. Por outro lado, o sistema pode conduzir o operador do sistema em determinados processos de resolução de problemas, dispensando os processos de inferência e tratamento de informação mais simples, liberando mais tempo para os processos cognitivos complexos.

11.4 Quanto ao desenvolvimento do trabalho.

O caso – estudo do trabalho foi desenvolvido nas Centrais Elétricas de Santa Catarina - CELESC. Esta empresa foi escolhida aproveitando que se encontrava passando por um processo de mudanças pela automação do sistema de supervisão e controle, situação favorável ao desenvolvimento da pesquisa pelas facilidades de experimentação e acompanhamento. A complexidade do sistema envolve uma elevada atividade cognitiva o que representa um “laboratório de pesquisa ideal” para os objetivos do presente trabalho.

No transcurso do trabalho, a empresa mostrou interesse na continuidade do estudo e foi proposta a assinatura de um convênio de cooperação entre empresa e universidade para concepção de um sistema de apoio à operação do sistema de transmissão elétrica com o sistema digital de supervisão e controle (situação automatizada), sendo destinados recursos econômicos e logísticos para tal fim.

Alguns resultados do estudo tem aplicação prática, principalmente, a modelagem cognitiva dos procedimentos de operação. Estas modelagens são utilizadas para discutir planos e políticas de ação, assim como para treinamento de operadores. Num futuro próximo deveram ser implementados computacionalmente os primeiros módulos de um sistema de informação para operação do sistema elétrico. A pesquisa teve condições favoráveis como: o envolvimento da empresa, as facilidades oferecidas como o amplo acesso aos postos de trabalho, tecnologias, documentos, relatórios técnicos, etc., o momento de realização do estudo que coincidiu com o processo de mudança e automação e, finalmente, as perspectivas de aplicação prática do estudo. Portanto, estes aspectos promoveram o desenvolvimento de uma pesquisa mais completa, séria e cientificamente válida.

Como autocrítica do trabalho temos, em primeiro lugar, que pela complexidade envolvida na operação do sistema estudado, não foi possível um levantamento mais completo dos múltiplos aspectos envolvidos na atividade cognitiva, como por exemplo, a natureza dos processos de percepção, os mecanismos ativados nos diferentes tipos de raciocínio utilizados, etc. que resultariam na otimização da adaptação entre usuários e sistemas. Em segundo lugar, temos que, para uma validação mais confiável do modelo seria necessário desenvolver a maior parte dos módulos do sistema de informação implementados com recursos avançados da tecnologia da informação, para depois avaliar a adaptação do sistema de informação ao usuário e suas atividades, assim como, o

desempenho do sistema de informação na melhoria do trabalho. Em ambos casos a ação foi restringida pela falta de recursos e/ou tempo.

11.5 Quanto às perspectivas de continuidade.

Existe interesse da empresa em dar continuidade ao trabalho, partindo para a implementação computacional de alguns módulos.

Estudo da aplicação das técnicas de modelagem cognitiva, desenvolvidas neste estudo, no desenvolvimento de módulos inteligentes e simuladores e sistemas de ensino.

Foi colocado pelo pessoal da empresa a idéia de utilizar a modelagem cognitiva do trabalho, implementada numa estrutura computacional interativa, no treinamento com as instruções de operação do sistema elétrico. Atualmente existem dificuldades no treinamento com as instruções pela falta de instrutores e grande número de aprendizes, na sua maioria, com pouca capacitação.

Outra possível aplicação prática do estudo é no estabelecimento dos requerimentos do posto com relação às características cognitivas do trabalhador, isto é, conhecimentos e capacidades necessários para desempenhar a função.

Finalmente, propõe-se desenvolver uma metodologia específica para o desenvolvimento de sistemas de informação de apoio à operação dentro de uma abordagem da engenharia do conhecimento.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ALBERTIN, A. L. Aumentando as chances de sucesso no desenvolvimento e implementação de sistemas de informações. **Revista de Administração de Empresas**, v. 36, n.3, p.61-69, 1996.
- ALLINSON, C. e HAYES, J. The cognitive style index: a measure of intuition - analysis for organizational research. **Journal of Management Studies**, [S.L.], v. 33:1, p. 119-135, jan., 1996.
- ALMEIDA, F. Novo modelo organizacional baseado no cérebro humano. **Revista de Administração de Empresas**, v. 30, n. 1, p. 46-56, 1995.
- ALPERSTEDT, MONTEIRO. Impactos da informática na produção de serviços. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENG. DE PRODUÇÃO, 15, Brasil, 1995. **Anais...** Brasil, 1995. p. 997.
- ANDERSON, J. R. **The architecture of cognition**. Cambridge : Harvard University Press, 1983.
- BANA E COSTA, STEWART, VANSNICK. Multicriteria decision analysis: some thoughts based on the tutorial and discussion sessions of the stigma meetings. In: EUROPEAN CONFERENCE ON OPERATIONAL RESEARCH, 14, july, 1995.
- BANA E COSTA. **Processo de Apoio à Decisão: Problemáticas, Atores e Ações**. Florianópolis: ENE-Escola de Novos Empreendedores da UFSC, 1995.
- BANA e COSTA, VANSNICK, J. The MACBETH approach: general overview and applications. In: The International Conference on Multiple Criteria Decision Making, 11, Coimbra, Portugal, 1994. **Anais...**Coimbra, 1994.
- BARTOL, K e MARTIN, D. "Managing information systems personel: A review of the literature and managerial implications." **MIS Quarterly**, 1982.
- BELHOT E MOCCELLIN. Potencial de utilização de sistemas especialistas na engenharia de produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENG. DE PRODUÇÃO, 9, Brasil, 1989. **Anais...**v.1, Brasil, 1990.
- BENITO, G. V. **Análise de exigências cognitivas dos trabalhadores de enfermagem**. Florianópolis: 1994. 166p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Enfermagem, Universidade Federal de Santa Catarina, 1994.
- BERGAMINI, C. Liderança: A administração do sentido. **Revista de Administração de Empresas**. P.113, São Paulo, mai/jun. 1994.
- BERNARD J. M. & CANGUE J. **Methodologie d'analyse et de modelisation de l'interaction homme-machine avec des outils de specifications**. France: Université de Valenciennes et du Hainaut, 1991.

- BERSINI, H. **"La modelisation Cognitive dans l'étude des systemes homme machines"**, Bruxelles: 1989. Tese (Doutorado) -. Université Libre de Bruxelles, 1989.
- BERTALANFFY, L. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1987.
- BIO, S.R.. **Sistemas de Informação. Um Enfoque Gerencial**. São Paulo: Atlas, 1996.
- BOSTROM, R., HEINEN, J. MIS problems and failures: a Socio-Technical perspective. **MIS Quarterly**, vol1, p.11-28, dez. 1977.
- BOUYSSOU, D. "Building Criteria: A Prerequisite for MCDA". In: **Readings in Multiple Criteria Decision Aid**. C.A. Bana e Costa (ed), Springer-Verlag, pp. 58-80, (1990).
- BOWDITCH, J. L. e BUONO, A. **Elementos de comportamento organizacional**. São Paulo: Pioneira, 1992.
- BROWN Jr., OGDEN. **Macroergonomics: a review. Human Factors in organizational Design and Management**. North Holland: Elsevier Science Publishers, 1990.
- BURCH, J. e GRUDNITSKY, G. **Diseño de sistemas de informação**. México: Megabyte, 1993.
- CANALS, Isidora - Introducción al hipertexto como herramienta general de información. **Revista Española de Documentación Científica**, v13, n.2: p.687-709, 1990.
- CHAVES, Eduardo - **Multimídia: conceituação, aplicações e tecnologia**. Campinas: Ed. People Computação, 1991.
- CHIAVENATO, I. **Introdução a Teoria Geral da Administração**. 4a. ed., São Paulo: Makron Books, 1993.
- CHECKLAND, P. Model validation in soft systems practice. **Systems Research**, v.12: 1, p. 47-54, 1995.
- Cognitive Psychology News (1997). Readings of Cognitive Psychology. [www document]. URL <http://www.apnet.com/readings>
- COHEN, G. **"Problem Solving"**. In: **the psychology of cognitive**, New York : Academic Press, p.46-71, 1986.
- COLLINS e QUILLIAN. Experiments on semantic memory and language comprehension, In: **L.W. Greg, Cognition in learning and memory**, Wiley and Sons, New York, 1972.
- CORRÊA, Emerson. **Construção de um modelo multicritério de apoio ao processo decisório**. Florianópolis: 1996. Dissertação (mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.
- CROSS, R., BAWDEN, D. Information technology: human and organizational factors. **Journal of information science**, [S.L.], v13, 1987.
- CUNHA, Murilo - As tecnologias da informação e a integração das bibliotecas brasileiras - **Ciências da informação**, Brasília, v.23, n.2, p.182-189, 1994.

- CYBIS, WALTER. **A identificação dos objetos de interfaces homem-computador e de seus atributos ergonômicos**. Florianópolis: 1994. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Eng. de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1994.
- DANIELLOU, F. (Coordenador). **L'ergonomie en quête de ses principes. Débats épistémologiques**. Toulouse : Octares Editions, 1996.
- DATE, L. J. - **Introdução a Sistemas de Bancos de Dados**. 2ª ed., Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1985.
- DECORTIS, F. & CACCIABUE, C. **Modelisation cognitive et analyse de l'activité cognitive**. Paris: Mardaga, 1991.
- DETONI, M. **Aplicação de metodologia multicritério de apoio à decisão na definição de características de projetos de construção**. Florianópolis: 1996. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Eng. de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.
- DIAS, D.S. **O sistema de informação e a empresa**. Ed. LTC., 1985.
- DREUX, M. Visualização científica a serviço do olho humano. **Revista Informação**, n. 64, p. 15-17, 1994.
- DRUCKER, P. *The coming of the new organization*. **Harvard Business Review**, p.45-53. 1988.
- DUTTON, B. G. **Introducing information technologies: experiences of a large industrial unit**. Aslib Proceedings, v 38, 1986
- EDEN, JONES e SIMS. Messing about in problems - Na informal structured approach to their identification and management. **Pergamon Press**, 1983.
- FALCINI, P. Organizações como configurações naturais do poder. **Revista de Administração de empresas**, v.33, n.1, jan/fev. 1993.
- FALZON, Pierre. **Ergonomie Cognitive du Dialogue**. París: Presses Universitaires de Grenoble, p.151-164, 1989.
- FALZON, Pierre. **Langages opératifs et compréhension opérative**. París: [s:n], 1986.
- FALZON, Pierre. **Les activités verbales dans le travail em Modeles en analysis du travail**, Tolouse: Mardaga, 1991.
- FIALHO, F., ALMEIDA, R. **O Sistema DETRE**. ELETROSUL DOS/GPIC., 1980.
- FISCHLER, Martin A., FIRSCHEIN, Oscar, **Intelligence: the eye, the brain and the computer**, USA: Addison -Wesley Publishing Company, 1987.
- FERREIRA, Sueli - Introdução às redes eletrônicas de comunicação. **Ciências da informação**, Brasília, v.23, n.2, p.258-263, 1994.
- FRENZEL, BOYD C. & FRASER. **Management of Information Technology**. [S.L.:s.n.], 1992.
- FURLAN, J. D. et al.. **Sistemas de informação executiva**, São Paulo: Makron Books, 1994.
- GARCIA, R. *Abordagem sócio-técnica : uma rápida avaliação*. **Revista de**

- Administração de empresas**, v.20, p. 71-77, jul/set. 1980.
- GORMAN, Michel - Innocent pleasures. IN: **The future is now: the changing face of technical service** - Dublin (OH): OCLC, p 37 - 40, 1994.
- GRAHL, Everaldo. **Treinamento em sistemas de apoio à decisão baseado em simulação empresarial**. Florianópolis : 1992. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1992.
- GRIMES, Jack; POTEL, Mike - What is DataBase? - **IEEE Computer Graphics and Applications**, v.11, n.1, p.49-52, jan. 1991.
- GUILLEVIC, Christian. **Psychologie du travail**. França: Éditions Nathan Université, 1991.
- HAGEN, G. Suche nach den bildern im kopf. **Frankfurter Allgemeine Zeitung** 79 (6.4.1994), N4, 1994.
- HALL, R. **Organizações : Estrutura e Processos**. 3a. ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, 1984.
- HAMMER, M., CHAMPY, J. **Reengenharia: revolucionando a empresa**. 22 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- HARMON, Paul, KING, David. **Expert Systems**. USA: John Wiley & Sons, Inc., 1988.
- HENDRICK, H.W. Human factors in organizational design and management. **Ergonomics**, 34, p. 743-756, 1991.
- HENDRICK, H. W. **Wagging the tail with the dog: organizational design considerations in ergonomics**, In: Proceedings of the Human Factors Society 28th Annual Meetingg (Human Factors Society, Santa Monica), 1984, p. 899-903.
- _____. Macroergonomics: A concept whose time has come, **Human Factors Society Bulletin** , v. 30, n. 2, 1986a, p. 1-3.
- _____. **Macroergonomics: A conceptual model for integrating human factors with organizational design**, In: O. Brown, Jr. And H.W. Hendrick, Human Factors in Organizational Design and Management-II, 1986b, p. 467-478.
- _____. Human factors in organizational design and management, **Ergonomics**, nº34, 1991, p. 743-756.
- _____. **Macroergonomics as a preventative strategy in occupational health: an organizational level approach**, in G. Bradley and H.W. Hendrick (eds), Human Factors in Organizational Design and Management-IV. 1994.
- _____. Future directions in macroergonomics. **Ergonomics**. vol. 38, nº 8, 1995,
- HERSEY, Paul, BLANCHARD, Kenneth H. **Psicologia para Administradores de Empresas**. 2ª ed., São Paulo: EPU, p. 11-54, 1976.
- HERZBERG, F. *One more time: how do you motivate employees?*. **HBR**, set/out, 1987.

- HILL, MARIANE. **The relationship between user involvement and decision support system success**. Georgia: 1987. Tese (Doutorado). Universidade de Georgia - U.S.A., 1987.
- HOC, Jean Michel. **Psychologie Cognitive de la planification**, Grenoble: PUG, 1987.
- HOC, Jean Michel. **Cognitive Ergonomics**. In : ECCE, 4, 1988. **Anais...**Cambridge, Sept. 1988.
- HOLSAPPLE, C., WHINSTON, A. Knowledge-based organizations. **The Information Society**, v.5,p.77-90, 1987.
- INFORMÁTICA Exame Revista** - Maestros do trabalho em grupo., n. 104, p. 75 - 84, nov. 1994.
- INFORMÁTICA Exame Revista** - Livre acesso à informação., p. 72 - 76, ago. 1994.
- JARUFE, Manuel. **Contribuições da análise ergonômica do trabalho no desenvolvimento de um sistema inteligente de apoio à recomposição da transmissão de energia elétrica**. Florianópolis:1994. 93 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1994.
- JOIA, Luiz Antonio. **Reengenharia e Tecnologia de informação: o paradigma do camaleão**. São Paulo: Pioneira, 1994.
- KALSBECK, J. "Etude de la surcharge informatique sur le comportement et l' état émotionnel", In: DEJOURS, VEIL, WISNER, **Psychopathologie du Travail**, Paris: Entreprise Moderne D'Edition, p.168-171, 1985.
- KEYSER, V., **De la contingence à la complexité: l'Evolution des idées dans l'étude des processus continus, Le travail Human**. [S.L.:s.n.],1988.
- KEEN, P. G. Redesigning the organization through information technology. **Planning Review**, v.19, n.3, p.4-9,1991.
- KENDALL, K.E. e KENDALL, J.E. **Systems analysis and Design**. 2ª ed., USA: Prentice-Hall, 1992.
- KIPPER, ETI. et al. **Engenharia de informações: conceitos, técnicas e métodos**. Porto Alegre: Sagra Luzzato, 1993.
- KOLODNER, J. "Improving human decision making through case-based decision aiding", **AI Magazine**, 52-68p, 1991.
- KORTH, H., SILBERSCHATZ, A. **Sistema de bancos de dados**. 2ª ed., São Paulo: Makron Books, 1995.
- KRAEMER, JAMES R. **Administrative control by expert system: a framework for expert systems in management**. Oklahoma: 1987. Tese (Doutorado) - Universidade de Oklahoma- U.S.A, 1987.
- KROENKE, D. **Management information systems**, USA:McGrawHill, 1992.
- KWASNICKA, E. **Teoria geral da administração**. 2a. ed. Atlas, 1989
- LAUDON, K. C. e LAUDON, J. P. - **Management Information Systems: A Contemporary Perspective**. McMillan, 1991.

- LIGOMENIDES, P. Notions and dynamics of information, **Journal of Information Science**, v.10, p.149-158, 1985.
- LINDSAY e NORMAN. **Traitement de l'information et comportement humain**. Montreal:Vigot, 1980.
- LOBOS, Julio. **Reengenharia: Apesar das pessoas?**. São Paulo: Instituto de Qualidade, 1994.
- LUNA, P. **Sistemas de apoio à decisão: uma aplicação na administração do capital de giro sob inflação**. Florianópolis: 1991. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1991.
- Manuais de instrução de operação para recomposição de subestações elétricas da CELESC**. Florianópolis: CELESC., 1992.
- MARMARAS, N., SPYROS, L. e LAMBRO, L. Identifying competences for the design of systems supporting complex decision making tasks: a managerial planning application. **Ergonomics**, 1991.
- McLEOD, R.. **Management information systems**. USA: SRA, 1986.
- McMENAMIM, Sthephen e PALMER, John. **Análise essencial de sistemas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1991.
- MIELKE, Fernando. **Ensino assistido por computador: algumas considerações teóricas da ergonomia e da inteligência artificial num ambiente hipertexto**. Florianópolis:1991. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1991.
- MINSKY, M. Framework for representing Knowledge. In: COLLINS e SMITH. **Readings in cognitive sciences**, "A perspective from psychology and artificial intelligence": Morgan Kaufmann Publishers, 1988.
- MINTZBERG, H. **Power in and around organization**. Prentice-Hall, 1983.
- MOHRMAN, e CUMMINGS. **Self-Designing Organizations**. USA: Addison-Wesley, 1989.
- MONTIBELLER, N. **Mapas cognitivos: uma ferramenta de apoio à estruturação de critérios**. Florianópolis:1996. Dissertação (mestrado) - Curso de Pós-Grad. em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.
- MONTMOLLIN, M. **Vocabulaire de l'ergonomie**. Tolouse : Octarès Éditions, 1995.
- MORAES, Anamaria. **Interação homem-computador: modelo mental do usuário**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA. [S.L.], Brasil, 1994. **Anais...**Brasil, 1994.
- MORAN, J.M. Influência dos meios de comunicação no conhecimento. **Ciências da informação**. v.23, p.223-238,1994.
- MOURA, A., CASANOVA, M. **Princípios de Sistemas de Gerência de Banco de Dados Distribuídos**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1985.

- NASCENTES, A. **Dicionário da língua Portuguesa da Academia Brasileira de Letras**. Rio de Janeiro: Bloch Ed., 1988.
- NETO, Jesse. **Um sistema de treinamento para operadores de reservatórios baseados em técnicas de inteligência artificial**. Florianópolis: 1988. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1988.
- NEWELL, SIMON. **Human Problem Solving**. USA : Prentice Hall Internacional, 1972.
- NONAKA, I. Creating Organizational Order out of Chaos: Self-renewal in Japanese Firms. California. **Management Review**, 1991.
- NONAKA, I. e TAKEUCHI H. **Criação de conhecimento na empresa**: tradução de Ana Beatriz Rodriguez, Priscila Martins Celeste. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- NORMAN, D., **Human Cognition**. In: Proceedings of workshop on cognitive modelling of plant control room operators, NUREG-CR-3414, 1983.
- NORMAN e DRAPER. **User centered system design**. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1986.
- NÖTH, Winfried. **Signo, representação e representação mental**. In: Encontro Brasileiro Internacional de Ciências Cognitivas, 1, 1995. **Anais...Marília/SP**, 1995, p.53-85.
- OCHANINE, D., Le rôle des images opératives dans la régulation des activités de travail. **Psychologie et Education**, Paris, p. 61-67, 1978.
- PAIVIO, A. **Mental Representations: a dual coding approach**. Oxford: Clarendon, 1986
- PALADINI, E. **Gestão da qualidade no processo: a qualidade na produção de bens e serviços**. São Paulo: Atlas, 1995.
- PASSOS, Emmanuel. **Inteligência artificial e sistemas especialistas ao alcance de todos**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1989.
- PAVARD, B., **Quel paradigme utiliser pour etudier les systems complexes?**. In: Actes du Ilème Congrès de l'Association Internationale d'Ergonomie, [S:n], 1991. **Anais...** Paris, 1991.
- PECEGO, Otavio. Concreto Abstrato OOP. **Revista Computerworld**, IDG, p. 18-20, abr. 1996.
- PENNA, A., **Introdução à psicologia cognitiva**. São Paulo: EPU, 1984.
- PERROW, C. A framework for the comparative analysis of organisations. **American Sociological Review**, p. 194-200, 1967.
- PIAGET, J. **La prise de conscience**. Paris: Presses Universitaires de Frances, 1974.
- PIDD, Michael . **Modelagem empresarial: ferramentas para tomada de decisão**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- PIMENTEL, M.G.C. **Sistemas Hipertexto: discussões, um projeto e sua implementação**. São Carlos: ICMSC/USP, p.3, 102, 1989.

- PINSKY, L., THEUREAU, J.. **Activité cognitive et action dans le travail**. In: Collection de Physiologie du Travail-Ergonomie du C.N.A.M., n°73, Paris, 1982.
- QUINN B. **Intelligent enterprise: a knowledge and service based paradigm for industry**. Nova York: The Free Press, 1992.
- RABUSKE, R. **Inteligência artificial**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1995.
- RASMUSSEN, J.R. **Technologies de l'information et analyse de l'activité cognitive**, [S.L.], Ed Mardaga, 1991.
- RASMUSSEN, J.R., & JENSEN, A. Mental Procedures in Real-Life Task: A Case Study of Electronic Trouble Shooting. **Ergonomics**. 17,3., p.295 - 300, 1980
- REASON, J., **Intensions, errors and machines: a cognitive science perspective. Aspects of consciousness and Awareness**. Germany: Bielefeld, 1986.
- REASON, J., **"Human Error"**. Cambridge: University Press, 1990.
- REBOUÇAS DE OLIVEIRA. **Sistemas de Informações Gerenciais**. 2ª ed., Brasil: Atlas, 1993.
- RICH, E. KNIGHT, K. **Inteligência artificial**; tradução Maria Santos Ribeiro. São Paulo: Makron Books, 1993.
- RICHARD, J. F., **Logique du fonctionnement et logique dell utilisation. Rapports de recherche**. France: Roquencourt, 1983.
- RICHARD, J. F. **Les activités mentales: comprendre, raisonner, trouver des solutions**. Paris: Ed. Armand Colin, 1990.
- ROACH, Steven. **Economic perspectives**. USA : Morgan Stanley, 1988.
- ROSENHEAD, J. **Rational analysis for a problematic world - Problem structuring methods for complexity. Uncertainty and conflict**. USA: Jhon Wiley & Sons, 1989.
- ROSENHEAD, J. **Problem Structuring Methods."** In: Tutorial do VII Congresso Latino-Ibero Americano de Investigacion de Operaciones e Ingenieria de Sistemas, 1994.
- ROSSETTI, D. e DEZOORT, F. Organizational adaptation to technology innovation. SAM - **Advanced Management Journal**, v.54, n.4, p.29-33, 1989.
- ROY, B. **Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision**. Paris: Economica, 1985.
- ROY, B., VANDERPOOTEN, D. The European school of MCDA: emergence, basic features and current works. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, v.5, p. 1-40, 1996.
- RUBENS, PRATES. **Dicionário Prático de Microinformática**. São Paulo: Novatec Ed., 1989. 184p.
- RUMELHART, D. **Schemata : the buildings blocks of cognition**. San Diego: University of California, 1978.
- RUTENFRANZ, J. **Trabalho em turnos e noturno**. São Paulo: Oboré / FTD, 1989.

- RUTHERFORD e WILSON. **Mental models: a concept in search of a role**, [S.L.:s.n.], 1991.
- SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill, Makron, 1991.
- SANTOS, Neri dos. **Ergonomia Cognitiva**. Florianópolis: Mimeo (UFSC), 1991.
- SANTOS, N. e FIALHO, F. **Manual de análise ergonômica no trabalho**. 2ª ed., Curitiba: Genesis, 1997.
- SANTOS, N, et al. **Antropotecnologia: A ergonomia dos sistemas de produção**. Curitiba: Genesis, 1997.
- SCAPIN, D. L., **Guide ergonomique de conception des interfaces homme - machine**. France : Rocquencourt, 1986.
- SCHANK, R. e ABELSON, R. **Scripts, plans, goals and understanding**. New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1977.
- SCHANK, R. **Dynamics memory: a theory of learning in computers and people**. Cambridge: University Press, 1982.
- SCHEIN, E.H. **Psicologia Organizacional**. 3a. Ed.. São Paulo: Prentice Hall do Brasil, 1982.
- SCHEIN, E.H. **Organizational Culture and Leadership**. San Francisco: Jossey-Bass, 1985.
- SCHMIDT, A. A. **Processo de apoio à tomada de decisão: abordagens AHP e MACBETH**. Florianópolis:1995. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.
- SENGE, P. **A quinta disciplina**. São Paulo: Best Seller, 1995.
- SHOMAKER, P. e RUSSO, E. A pyramid of decision approaches. **California Management Review**, p. 9-30, 1993.
- SINCLAIR, HEALY e BOURNE. The acquisition and Long-Term Retention of Temporal, Spatial and Item information. **Journal of Memory and Language**, USA, p. 530-549, 1997.
- SNYDER, R. C. **To improve innovation, manage corporate culture**. In: Waren G. Bennis et al. The planning change. 4ª Ed. Holt, Rinehart and Winston, 1985.
- SPERANDIO, J. C. **Análise psicológica - contribuições contemporâneas da psicologia cognitiva e da inteligência artificial para a ergonomia da informática**, París, [s.n.], p.231-243, 1989.
- SPRAGUE, R. H. Decision Support Systems. **North Holland**, n. 3, p. 197-200, 1987.
- STAIR, R. M. **Principles of information systems - A managerial approach**. [S.L.] :Boyd & Fraser, 1992.
- STERNBERG, R. **A componential theory of analogical reasoning: the componencial analisis of human abilities**. USA: Ed. Lawrence Erbaum Associates, 1977.

- SWANSON, R.W. The information business is a people business. **Information Storage and Retrieval**, [S.L.], v.6, p.351-361, 1970.
- SWEENEY, M. A. **The nurse's guide to computers**. USA:Macmilian, 1985.
- TAYLOR, D.A. **Engenharia de negócios com tecnologia de objetos**. [S.L.]Wiley/Axcel Books, 1995.
- TEIXEIRA, F. Difusão da tecnologia de base microeletrônica na indústria de processo contínuo. **Revista de Administração de Empresas**, v.32, n.5, p.16-26, 1992.
- THE PRICE WATERHOUSE. **Better change: best practices for transforming your organization**. Irwin, 1995.
- THIOLLENT, Michel. Organização do trabalho intelectual e novas tecnologias do conhecimento. **Ciências da informação**, Brasília, v21,n.2,p.110-114, 1992.
- TIBERGHIE, G. "Psychologie Cognitive, science de la cognition et technologie de la connaissance". In: "La psychologie scientifique et ses applications" por M., Monteil & M., Fayol, Cap-1, Ed. Press Universitaires de Grenoble, 1989.
- TORRES, Norberto. **Planejamento de informática na empresa**. São Paulo: Atlas, 1989. 344p.
- ULBRICHT, PEREIRA, WAZLAWICK, SANTOS. **Expert system techniques for modelling an intelligent computer assisted learning system**. In: IEA World Conference, 1995. **Anais...**Rio de Janeiro - Brasil, 1995.
- VERGARA, Walter. **Resolução de problemas baseados no conhecimento humano: as contribuições da psicologia e da inteligência artificial a ergonomia cognitiva**. Florianópolis: 1990. 124p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1990.
- VERGARA, Walter. **Simulação cognitiva da tomada de decisão em situações complexas : modelagem do raciocínio humano por meio de casos**. Florianópolis: 1995. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.
- WATERMAN A. **A guide to expert systems**. Wesley: Ed. Addison, p.63-79, 1985.
- WETHERBE, James C. **Análise de sistemas para sistemas de informação por Computador**. Tradução mimo. Rio de Janeiro: Campus, 1984.
- WHINSTON, HOLSAPPLE. Knowledge based organizations. **The Information Society**, v.5,p.77-90, 1987.
- WISNER, A. **Por dentro do trabalho. Ergonomia: métodos e técnicas**. São Paulo: Oboré/FTD, p. 35-45, 1987.
- WISNER, A. **Ergonomia y condiciones de trabajo**. Buenos Aires: Ed Hvmantas, 1988.
- WISNER, A. **A inteligência no trabalho**. São Paulo: Ed. Fundacentro, 1994.
- WISNER, Alain. **Réflexions sur l'ergonomie**. Toulouse : Octarès Éditions, 1995.

- WOODS, D. & HOLLNAGEL, E. Mapping cognitive demands in complex problem solving worlds. International **Journal of Man-Machine Studies**, v.26, p. 257, 265, 1987.
- YONG, C. Tecnologia da informação. **Revista de administração de empresas**, Brasil, v.32, n.1, p.78-86, 1992.
- ZANELLA, Italo. **As problemáticas técnicas no apoio à decisão em um estudo de caso de sistemas de telefonia móvel celular**. Florianópolis:1996. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.
- ZEMKE, Ron. Sociotechnical Systems: Bringing People and Technology Together. **Training Journal**, p.47-57, fev. 1987.

ANEXO 6.1 Levantamento das proteções mais utilizadas no sistema elétrico de transmissão da CELESC

Se realizou um levantamento das principais proteções utilizadas na CELESC, assim no que se refere às proteções do transformador temos:

a) Relé 20 - Válvula de pressão elétrica .- Tem a função de reduzir a pressão em tubulações de vácuo, ar, gases, óleo, água ou similares. Só atua quando a pressão é muito alta. Opera por meio de um solenóide.

b) Relé 26 - Relé de temperatura (de óleo).- Opera para valores desejados de temperatura no equipamento onde está aplicado. Na CELESC é usado principalmente para controlar a temperatura do óleo.

c) Relé 49 - Relé térmico .- Opera quando a temperatura do transformador de potência ou retificador de potência, etc. excede um valor pré-determinado. Especificamente controla a temperatura do enrolamento.

d) Relé 50/51. Relé 50 ou relé de sobrecorrente instantâneo: Opera instantaneamente para uma corrente acima de um valor pré-determinado. Relé 51 ou relé de sobrecorrente temporizado: Opera em função de uma característica de tempo definida, quando a corrente ultrapassa o valor pre-fixado, em circuito de corrente alterna. O relé é 50/51N, quando a fase neutra está aterrada.

e) Relé 63 - Relé Buchholz - Opera para um dado valor de pressão de líquido ou gás ou para uma dada taxa de variação destes valores.

f) Relé 64 - Relé de proteção de terra ou de carcaça - Opera em caso de defeito no isolamento do transformador ou outro equipamento, mediante um transformador de corrente ligado na carcaça.

g) Relé 71 - Relé de nível de gás ou líquido - Opera para determinados valores de nível de gás ou líquido ou taxas de variações destes valores. Na CELESC é usado para controlar o nível de óleo.

h) Relé 86 - Chave de bloqueio ou relé de bloqueio de religamento.- Opera eletricamente de modo a desligar e bloquear um equipamento no caso de ocorrência de condições anormais. Este relé é acionado pela atuação anterior de qualquer outro relé ligado a esta chave. Pode ter rearme manual ou elétrico.

i) Relé 87 - Relé diferencial - Opera em função da diferença proveniente de desequilíbrio existente entre duas ou mais correntes ou outras grandezas elétricas quaisquer medidas nos pontos extremos da área protegida.

No que respeita aos relés de linha temos os seguintes:

a) Relé 67 - Relé de sobrecorrente direcional.- Opera para uma corrente acima de um valor pré-determinado, desligando só num sentido ou direção também pré-determinado

b) Relé 81 - Relé de frequência.- Opera para um pré-determinado valor de frequência ou taxa de variação de frequência.

ANEXO 8.1: OCORRÊNCIAS IMPREVISTAS: CARACTERIZAÇÃO, FREQUÊNCIA E ATUAÇÃO DE PROTEÇÕES.

(Estudo das ocorrências imprevistas no sistema de transmissão da CELESC de
01/10/97 a 31/11/97)

A) Ocorrências com linhas que envolvem manobras:

- **Desarmar Linha de Transmissão (LT) XXX na Subestação (SE) YYY**

Número de ocorrências no período: 50

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|--|------------|---|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Mau tempo (chuvas, trovoadas, vento, etc). | 24 | 50N e 51B - 51C e 79 (2) 50A e 51B - 51N e 79 (2) 51C, 51N e 79 - 86L - 21(2) - 51N e 51B (2) - 50C e 50N - 50ACN - 50N, 50A e 51B - 21 e 51N - 51N (3) - 50CN - 50B e 50N - 50A, 51N e 79 - 50 e 51N 51N e 51AC |
| Causa desconhecida | 07 | 50A - 51B e 79 - 50ABC e 79 - 21 (2) - 86L - 86 e 49 |
| Descarga atmosférica | 06 | 50ABC e 51N - 50 ABC - 50N e 50C - 21 - 51N - 50N e 79 |
| Desligamento acidental por execução de PESE | 06 | 86L (3) - Sem atuação : S/AP (3) |
| Problemas com cabos | 02 | 50C e 50N - 50AB e 50N |
| Ponto aquecimento | 01 | S/AP |
| Contactor memória de alimentação | 01 | 21 |
| Estourou para-raio de fase | 01 | 50CN |
| Defeito do alimentador | 01 | 51N |
| Isolador danificado na LT | 01 | 50N |

- **Desarmar LI XXX na subestação YYY**

Número de ocorrências no período: 17

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|---|-------------------|--------------------------------------|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Descarga atmosférica | 09 | 21(6) – 21e 50/51 – 67 – 50AC e 50NA |
| Mau tempo (chuvas, trovoadas, vento, etc). | 04 | 21 (4) |
| Causa desconhecida com religamento automático | 02 | 21 (2) |
| Desligamento simultâneo de LT | 01 | 21 e 79 |
| Cabo partido | 01 | 21 e 79 |

- **Desarmar LT/LI nos extremos (nas duas subestações)**

(5 LTs e 1 LI)

Número de ocorrências no período: 06

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|--|-------------------|--|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Mau tempo (chuvas, trovoadas, vento, etc). | 05 | 50AB, 50N (circ.1) e 50 ABC e 50N (circ. 2) – 21 (4) (circ. 1 e 2) |
| Causa desconhecida | 01 | 21(circ. 1 e 2) e 79 (circ. 1) |

TOTAL DE OCORRÊNCIAS COM LT/LI QUE ENVOLVEM EXECUÇÃO DE MANOBRAS : 73

- OCORRÊNCIAS COM LINHAS DE TRANSMISSÃO : 55

- OCORRÊNCIAS COM LINHAS DE INTERLIGAÇÃO : 18

B)Ocorrências com transformadores que envolvem manobras

- **Desarmar a AT e BT do transformador**

Número de ocorrências no período: 13

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|--|-------------------|--------------------------------------|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Mau tempo (chuvas, trovoadas, vento, etc). | 02 | 51N e 86 (2) |
| Defeito no alimentador | 02 | 50N e 51C – 51B e 51BC |
| Faltou tensão na subestação | 01 | 51N e 86 |
| Causa desconhecida | 02 | Sem atuação : S/AP |
| Defeito na fiação do ventilador do transformador | 01 | 64 e 86 |
| Água infiltrada | 01 | S/AP |
| Curto circuito no cubículo | 01 | 50B |
| Mal contato no disjuntor | 01 | 51N da BT e 50C da AT |
| Manobras na distribuição | 01 | 51N da AT |

- **Desarmar BT do transformador**

Número de ocorrências no período: 11

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|--|-------------------|--------------------------------------|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Causa desconhecida | 04 | 51N(2) – 51N e 51ABC |
| Manobras de distribuição | 02 | 51N – 51N e 51B |
| Descarga atmosférica | 01 | 51N |
| Simultâneo a desligamento de alimentador | 01 | 51N |
| Cabo partido na distribuição | 01 | S/AP |
| Defeito do alimentador | 01 | 51N |
| Alarme por proteção 63C | 01 | 50N |

- **Desarmar transformador (TT1)**

Número de ocorrências no período: 07

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|--|-------------------|--------------------------------------|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Mau tempo (chuvas, trovoadas, vento, etc). | 02 | 51N - 64 e 86 |
| Curto circuito | 02 | 51N – 51 e 21 |
| Descarga atmosférica | 01 | 87, 86 e 51C |
| Faltou energia na subestação | 01 | 51N da AT e 86 |
| Fumaça no transformador | 01 | S/AP |

- **Desarmar AT do TT1 e TT2 e BT do TT2-1**

Número de ocorrências no período: 03

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|--|-------------------|--------------------------------------|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Mau tempo (chuvas, trovoadas, vento, etc). | 01 | 87C e 86 |
| Rompeu cabo | 01 | 51B |
| Curto Circuito no DJ da BT do TT2 | 01 | 50BC |

- **Desarmaram dois transformadores da subestação (TT1 e TT2)**

Número de ocorrências no período: 03

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|--|-------------------|--------------------------------------|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Realização de PESE | 02 | 94 (2) |
| Curto circuito por entrada de raposa no cubículo | 01 | 51B |

- **Desarmar AT do transformador**

Número de ocorrências no período: 02

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|---|------------|-------------------------------|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Causa desconhecida | 01 | S/AP |
| Desligamento acidental por execução de PESE | 01 | 51N e 86 |

- **Desarmar AT e BT dos transformadores (TT1 e TT2)**

Número de ocorrências no período: 02

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|--|------------|-------------------------------|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Mau tempo (chuvas, trovoadas, vento, etc). | 01 | 51N(AT) e 86 |
| Isolador danificado | 01 | S/AP no TT2 e 51B no TT1(BT) |

- **Desarmar AT e BT do TT1 e BT do TT2**

Número de ocorrências no período: 02

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|--|------------|-------------------------------|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Queimou transformador de distribuição. | 02 | 51C e 51 A (2) |

- **Desarmar AT, BT e MT do transformador.**

Número de ocorrências no período: 02

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|----------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Infiltração de umidade na fiação | 02 | 20 – 20 e 86 |

TOTAL DE OCORRÊNCIAS COM TRANSFORMADORES QUE ENVOLVEM EXECUÇÃO DE MANOBRAS : 45

C) OUTRAS OCORRÊNCIAS

- **Religamento automático da LT ou LI ***

Número de ocorrências no período: 14

- Religamentos automáticos na LT: 10
- Religamentos automáticos na LI: 04

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|--|-------------------|---|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Mau tempo (chuvas, trovoadas, vento, etc). | 08 | 21 – 50B e 79 – 50BC, 50N e 79 – 51AC e 79 – 50B e 79 – 50 ABC e 79 – 50C, 50N e 79 |
| Descarga atmosférica | 04 | 50C e 50N - 50B, 50N e 79 – 50T e 79 – 67N, 50Ne 79 |
| Queima de fusível na SE | 02 | 51N e 79 (2) |

- **Corte de carga por solicitação (CNOS)**

Número de ocorrências no período: 04

- **Desarmar LT do sistema interligado (fora do estado de Santa Catarina)**

Número de ocorrências no período: 02

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|---|------------|-------------------------------|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Desligamento acidental por execução de PESE | 02 | Sem atuação : S/AP (2) |

- **Subfrequência**

Número de ocorrências no período: 02

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|------------------------------------|------------|-------------------------------|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Perda de LT do sistema interligado | 02 | ----- |

- **Desarmar disjuntor (DJ)**

Número de ocorrências no período: 01

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|----------------------|------------|-------------------------------|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Descarga atmosférica | 01 | S/AP |

- **Sinalizou relê sem desligamento**

Número de ocorrências no período: 01

| CAUSAS DA OCORRÊNCIA | | |
|----------------------|------------|-------------------------------|
| DESCRIÇÃO | FREQUÊNCIA | PROTEÇÕES X (Nº DE ATUAÇÕES). |
| Causa desconhecida. | 01 | S/AP |

